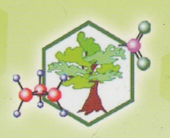
المبيدات الخضراء والمكافحة الآمنة للآفات

الجزء الثاني

مجالات المبيدات الخضراء



د/ أبو شبانة مصطفى عبدالرحمن
أستاذ كيمياء وسمية المبيدات
كلية الزراعة - جامعة قناة السويس







الدار العربية للنشر والتوزيع

المبيدات الخضراء
والمكافحة الآمنة للآفات
الجزء الثاني
مجالات المبيدات الخضراء

المبيدات الخضراء
والمكافحة الآمنة للآفات

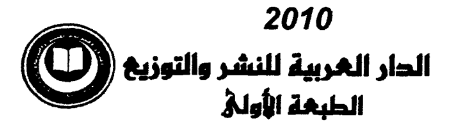
الجزء الثاني
مجالات المبيدات الخضراء

دكتور/ أبو شبانة مصطفى عبدالرحمن

أستاذ كيمياء وسمية المبيدات

كلية الزراعة – جامعة قناة السويس

2010



الدار العربية للنشر والتوزيع

الطبعة الأولى

المبيـــدات الخضـــراء
والمكافحة الآمنة للآفـات
الجزء الثاني
مجالات المبيدات الخضراء

دكتور/ أبو شبانة مصطفى عبدالرحمن

رقم الإيداع: 1779/ 2010
I.S.B.N.: 977-258-377-1

32 شارع عباس العقاد – مدينة نصر – القاهرة
ت: 22753335 فاكس: 22753388

مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية فى بلادنا يومًا بعد يوم. ولاشك أنه فى الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التى طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها. ولا ريب فى أن امتهان لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافى فكرى للأمة نفسها، الأمر الذى يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالاً ونساءً، طلابًا وطالبات، علماء ومثقفين، مفكرين وسياسيين فى سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة التى اعترف المجتمع الدولى بها لغة عمل فى منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها فى أنحاء العالم، لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت – فيما مضى – علوم الأمم الأخرى، وصهرتها فى بوتقتها اللغوية والفكرية، فكانت لغة العلوم والأدب، ولغة الفكر والكتابة والمخاطبة.

إن الفضل فى التقدم العلمى الذى تنعم به أوروبا اليوم يرجع فى واقعه إلى الصحوة العلمية فى الترجمة التى عاشتها فى القرون الوسطى. فقد كان المرجع الوحيد للعلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتب المترجمة عن اللغة العربية لابن سينا وابن الهيثم والفارابى وابن خلدون وغيرهم من عمالقة العرب، ولم ينكر الأوروبيون ذلك، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة والعرب والإغريق، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطواعة للعلم والتدريس والتأليف، وأنها قادرة على التعبير عن متطلبات الحياة وما يستجد من علوم، وأن غيرها ليس بأدق منها، ولا أقدر على التعبير.

ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاستعمار التركى، ثم البريطانى والفرنسى، عاق اللغة عن النمو والتطور، وأبعدها عن العلم والحضارة، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير، وأن جمودهم لابد أن تدب فيه الحياة، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء، والعلماء فى إنماء اللغة وتطويرها، حتى أن مدرسة قصر العينى فى القاهرة، والجامعة الأمريكية فى بيروت درستا الطب بالعربية أول إنشائها. ولو تصفحنا الكتب التى ألفت أو تُرجمت يوم كان الطب يدرس فيهما باللغة العربية لوجدناها كتبًا ممتازة لا تقل جودة عن مثيلاتها من كتب الغرب فى ذلك الحين، سواء فى الطبع، أو حسن التعبير، أو براعة الإيضاح، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد. وسادت لغة المستعمر. وفُرضت على أبناء الأمة فرضًا، إذ رأى المستعمر فى خنق اللغة العربية مجالاً لعرقلة الأمة العربية.

وبالرغم من المقاومة العنيفة التى قابلها، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبى فيما يتطلع إليه. فتفننوا فى أساليب التملق له اكتسابًا لمرضاته، ورجال تأثروا بحملات المستعمر الظالمة، يشككون فى قدرة اللغة على استيعاب الحضارة الجديدة. وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسى لجيشه الزاحف إلى الجزائر: "علموا لغتنا وانشروها حتى نحكم الجزائر. فإذا حكمت لغتنا الجزائر، فقد حكمناها حقيقة".

فهل لى أن أوجه نداءً إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر – فى أسرع وقت ممكن – إلى اتخاذ التدابير، والوسائل الكفيلة باستعمال اللغة العربية لغة تدريس فى جميع مراحل التعليم العام، والمهنى، والجامعى، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية فى مختلف مراحل التعليم لتكون وسيلة الإطلاع على تطور العلم والثقافة والانفتاح على العالم. وكلنا ثقة من إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب، نظرًا لأن استعمال اللغة القومية فى التدريس ييسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية، ويرتفع بمستواه العلمى، وذلك يعتبر تأصيلاً للفكر العلمى فى البلاد، وتمكينًا للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها فى التعبير عن حاجات المجتمع، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم.

ولا يغيب عن حكومتنا العربية أن حركة التعريب تسير متابطئة، أو تكاد تتوقف، بل تحارب أحيانًا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية فى سلك التعليم والجامعات، ممن ترك الإستعمار فى نفوسهم عقدًا وأمراضًا، رغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلى اللغة العبرية، وعدد من يتخاطب بها فى العالم لا يزيد عن خمسة عشر مليون يهوديًا، كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول واطلاعى وجدت كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والآدب والتقنية، كاليابان، وإسبانيا، وألمانيا، ودول أمريكا اللاتينية، ولم تشك أمة من هذه الأمم فى قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة، فهل أمة العرب أقل شأنًا من غيرها ؟!.

وأخيرًا .. وتمشيًا مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع، وتحقيقًا لأغراضها فى تدعيم الإنتاج العلمى، وتشجيع العلماء والباحثين فى إعادة مناهج التفكير العلمى وطرائقه إلى رحاب لغتنا الشريفة، تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحدًا من ضمن ما نشرته – وستقوم بنشره – الدار من الكتب العربية التى قام بتأليفها أو ترجمتها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة.

وبهذا .. ننفذ عهدًا قطعناه على المضى قدما فيما أردناه من خدمة لغة الوحى، وفيما أرداه الله تعالى لنا من جهاد فيها.

وقد صدق الله العظيم حينما قال فى كتابه الكريم: ﴿ وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَى عَالِمِ الغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ تَعْمَلُونَ﴾.

محمد أحمد دربالة

الدار العربية للنشر والتوزيع

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

إهداء إلى :

روح والدى .. رحمة الله عليه .

والدتى .. متعها الله بالصحة والعافية .

زوجتى .. الوفية .. جزاها الله عنى خيراً .

إبنى .. دكتور محمد أبوشبانة .

بناتى .. حبات القلب

دكتورة مــــروة أبوشبانة

دكتورة شــيماء أبوشبانة

الشاعــرة ياسمين أبوشبانة

صغيرتــى داليــا أبوشبانة

حفيداتى .. مالكات فؤادى

يمنــــى محمــد أبوشبانة

يارا محمد أبوشبانة

جنى أحمد العزونى

نوران محمد يحــى

أساتذتى .. وزملائى .. وتلاميذى

الشكر والتقدير موصول إلى :

أخى وصديقى الوفى الدكتور/ عبدالله محمد مرسى العدوى .. رئيس بحوث متفرغ بمعهد بحوث وقاية النباتات لتشجيعه ومعاونته الصادقة فى المراجعة اللغوية وتبويبه المادة العلمية لهذا المؤلف.

المحتويات

الباب الخامس

الزراعة العضوية ومكافحة الآفات

المراجع

مقدمة

سلامة البيئة .. هى الشاغل الرئيسى فى عقول العلماء .. البيئة السليمة .. هى الحاضر .. هى المستقبل .. البيئة السليمة .. البيئة الصحية .. البيئة غير الملوثة .. تهم الجنين فى بطن أمه .. تماما كما تهم العالم فى معمله .. البيئة السليمة .. تبدأ من المنزل .. وتعبر الطريق إلى الحقل .. إلى النهر .. إلى البحر .. ولاتنتهى عند المصانع الكبيرة .. ولانبالغ إن حذرنا من كبسولات المركبات الفضائية .. التى تنطلق من .. وتعود إلى كوكبنا .. كوكب الأرض .. قد تحمل معها .. مايلوث البيئة .. ويحدث مالايُحمَد عُقباه.. فيتدمر الأخضر واليابس .. ويهلك كل متحرك .. وغير متحرك على كوكبنا .. البيئة مسئولية الجميع .. الصغير .. جنباً إلى جنب مع الكبير .. الطفل فى حضانته .. العامل فى مصنعه .. العالم فى معمله .. البيئة مسئولية الجميع .. كل فى مجاله .. نتجنب كل مايهدم البيئة .. ويقضى عليها .. نتصدى لأى عمل .. يعرضها للهلاك .

فى مجالنا الزراعى .. لاتكتفى مصانع الكيميائيات ومعاملها .. أن تقذف فى الجو .. بأدخنة التلوث السامة .. بل أيضاً .. تُغرق الأسواق بمئات الأطنان من الكيميائيات الضارة .. الشركات توظف وسائل الإعلام المختلفة .. مرئية .. مسموعة .. مكتوبة .. تزين للمستثمرين منتجاتها .. تحلق بهم فى فضاء الآمال البراقة .. تجسد لهم الفوائد العظيمة التى ستغمرهم ..

تمنيهم بالأموال التى ستتدفق إلى جيوبهم .. فيُقبِل الجميع علــى منتجــاتهم .. يســتخدمونها بإســراف .. بِــلا ضــوابط للإستخدام .. والنتيجة .. مزيداً من التلوث .. مزيداً من الأمراض .. مزيداً من الموت والهلاك .

لِذا فواجبنا .. كزراعيين .. أن نقف بالمرصاد لهذه الهجمة الشرسة من المركبات الكيميائية .. غير الصديقة للبيئة .. غير الصديقة لنا .. كمنتجين .. كمستهلكين .. لِذا هذا المرجع .. يدعوا إلى الكيمياء الخضراء .. إلى المنتجات الكيميائية الخضراء .. نوضح .. نفسر .. نُذكِّر بكل ماهو كيميائى .. صديق للبيئة .. حتى يُصبِح لدينا .. مبيدات خضراء .

د. أبو شـــبانة مصطفى

تقديم

الكيمياء الخضراء

تقديم

الكيمياء الخضراء

Green Chemistry

إتسم علم الكيمياء بخصلة ندر أن تتكرر فى غيره. جمع بين نقيضين .. سمعة حسنة ينحنى لها الجميع .. وأخرى سيئة .. يفر منها الدانى والقاصى .. علماء كيمياء وُضِع على رؤوسهم أكاليل الغار .. وعلماء كيمياء ضُرِبت أعناقهم .. فهم سحرة ودجالين .. كيمياء ساهمت فى تطور البشرية ورفاهيتها .. وكيمياء أدت إلى الدمار والخراب.

كتاب الربيع الصامت Silent spring لراشيل كارسون – 1962 – دق ناقوس الخطر .. يحذر البشرية من خطر قادم – فى ربيع لاتغرد طيوره ، لاتتفتح أزهاره ، ربيع تختفى فيه البسمة. وجه آخر للكيمياء .. وجه سيىء .. يبعث الخوف والهلع من دمار البيئة.

بدأت الصحوة بتوجيه الأبحاث نحو إزالة أسباب الداء .. قبل البحث عن الدواء. الحد من المواد الملوثة – أثناء العمليات الكيميائية الأولية فيما يُعرف بـ End of the pipe solution – خير من العمل على إزالة ومعالجة مشاكل التلوث الحادثة فى البيئة. ظهر مصطلح الكيمياء الخضراء Green chemistry – ليعبرعن مركبات كيميائية غير ضارة لصحة الإنسان .. غير مدمرة للبيئة.

يضم علم الكيمياء – طبقاً لمفاهيم جديدة – ثلاثة أقسام رئيسية:

- كيمياء سوداء Black Chemistry : يصاحبها تلوث ناتج من مصانع تقذف ألسنة الدخان الأسود – فهى – طواحين شيطانية مظلمة Dark satanic mills.
- كيمياء حمراء Red chemistry : ترتبط بتلوث ناتج عن كوارث وحوادث .. يُذَكِّرنا التاريخ بحوادث مُفزعة .. إنفجار مفاعل تشيرنوبل – بروسيا – ليس ببعيد – وتسرب إشعاع ذرى يعادل 200 مرة من شعاع قنبلة هيروشيما –

الوفيات 32000 شخص. الخسائر 300 مليار دولار أمريكى. يغزو السرطان – خاصة – سرطان الغدة الدرقية جمهوريات روسيا البيضاء وروسيا الإتحادية وأوكرانيا. لاننسى تسرب غاز Methylisocyanat من أحد مصانع شركة Union Carbide للمبيدات بمدينة Bhopal الهندية عام 1984 – تسمم جميع سكان المدينة فى غضون ساعات قليلة ؛ ونُقِل أكثر من نصف مليون فرد إلى المستشفيات لتلقى العلاج ؛ لقى أكثر من 8000 فرد حتفهم فور وقوع الحادث ، وإستمرت الوفيات – بعد ذلك – حتى وصلت 20000 شخص مع تشرد مئات الآلوف ؛ تسرب مادة -2,4,7,8 tetrachlorodibenzo-p-dioxin(TCDD) من أحد المصانع شمال مدينة ميلانو فى منطقة Lambard فى 1976. نفق 3300 حيوان وذبح 80000 حيوان حتى لاتتسرب إلى مصانع الأغذية ، أُصيب السكان بأمراض جلدية وأُخليت المنطقة بالكامل ؛ حوادث التسمم بمركبات الزئبق العضوى فى الدول الإسكندنافية – السويد والنرويج – عام 1954 – والعراق – عام 1972 – بسبب إستخدام تقاوى قمح معاملة بالمبيدات – مُعَدة للزراعة – فى الغذاء الآدمى – أيضاً – حوادث تسرب المواد البترولية من الحقول البحرية – مثل – الحادثة إبان حرب الكويت عام 1991 – أو السفن الجانحة أو الغارقة المحملة بالبترول أو المواد الكيميائية. تندرج الكثير من المواد الكيميائية المستخدمة – حالياً – تحت راية الكيمياء السوداء والحمراء والتى يجب إستبدالها ببدائل الكيمياء الخضراء.

تتوقف الخطورة الناتجة من المخلفات ؛ على كميتها تنتج مادة كلوريد الصوديوم Nacl – مثلاً – كمتخلف من إنتاج مُنتج ما بمعدل 10 كجم من كلوريد الصوديوم لكل1 كجم من المُنتج. لايُعد تخلف 10 أطنان من كلوريد الصوديوم من إنتاج طن واحد مُنتج نهائى مشكلة بيئية – إلا أن الوضع سيختلف لو أن كمية المتخلف من كلوريد الصوديوم مليون طن من إنتاج 100000 طن مُنتج نهائى.

- كيمياء خضراء Green chemistry : تعنى الإستخدام الأمثل للمواد الخام مع إمكانية إسترجاعها ، تجديد مواردها وتجنب ظهور ملوثات أثناء عملية التصنيع أو بعد الإنتاج – قد تسمى – أيضاً – كيمياء البيئة الحميدة Environmentally benign chemistry ؛ أو الكيمياء المستدامة Sustainable chemistry التى تحافظ على حقوق الأجيال القادمة. قد تُستَخدَم كلمة Green فى مجال الجمعيات الحقوقية والسياسية للمحافظة على الحقوق المجتمعية والبيئة ، فى حين – يحمل مصطلح Green Chemistry مغزى أكبر من ذلك – ويدعم كل منهما الأخر ولايتعارضان.

صناعات المواد الكيميائية هى المصدر الرئيسى للعديد من المنتجات الهامة – مثل العقاقير والمضادات الحيوية واللدائن والنيلون والبوليستر والوقود والكيميائيات الزراعية من أسمدة ومبيدات. بالرغم من أهمية هذه الكيميائيات فى حياة الإنسان – قد تسبب طرق تحضيرها وتصنيعها مشاكل للبيئة وتؤثر على صحة الإنسان والحيوان ؛ على سبيل المثال – يتخلف عن الصناعات الثقيلة – وحدها – فى الولايات المتحدة الأمريكية أكثر من 3 مليارات طن من المخلفات الكيميائية سنوياً – تتكلف ما يزيد عن 150 مليار دولار فى محاولات معالجتها وتقليل أضرارها.

تهدف الكيمياء الخضراء Green Chemistry إلى محاولة منع التلوث دون التأثير على التكلفة أو معدل الآداء – يفضل التخلص من هذه الملوثات عند المنبع – عند نهاية مخارجها End of pipe solutions – وقبل وصولها إلى أماكن يمكن أن تسبب لها أضراراً بيئية – أى منع حدوث التلوث الأولى Primary pollution prevention. تشمل الأخطار – من وجهة نظر الكيمياء الخضراء – ليس فقط – الأخطار الفيزيائية كالإنفجار Explsive ، الإشتعال Flammability أو التآكل Corrosibility – أيضاً – أخطارعمليات التسمم الحاد أو المزمن Chronic Acute toxicity or – والمواد المسرطنة Carcinogenicity والتسمم البيئى Ecological toxicity. يمتد الفقد ليشمل الأضرار الحادثة فى طبقة الأوزون والإستنزاف للموارد غير المتجددة وتراكم المواد غير القابلة للتحلل فى البينة.

تجُدر الإشارة – إلى أنه إذا كانت الدعامة الرئيسية لمفهوم الكيميـاء الخضـراء هى الإستخدام الأمثل والآمن للمواد الخام ومعالجة مخلفاتها بهدف التخلص الآمن منها – إلا أنه يجب ألاننسى أن الدعامة التى تلى ذلك – فى الأهمية – المناخ الصحى ، عوامل الأمان وإستخدام معدات الحماية الشخصية فى مراكز الإنتاج المختلفة.

يجب النظر إلى عملية تصنيف التعامل مع ألوان الكيمياء المختلفة – السوداء والحمراء والخضراء – ونسب هذه الألوان – على أنها قضية نسبية وليست مطلقة – يجب – أيضاً – الأخذ فى الإعتبار – المقياس شبه النوعى لدرجة اللون الأخضر فى الكيمياء لعملية ما Semi qualitative measure of greeness of a process – الذى وضعه العالم Misono – ومدى تأثير ذلك على البيئة. يعتمد المقياس – بدوره – على المواد الخام والطاقة المستهلكة فى هذه العملية ، بالإضافة إلى المواد المتخلفة عنها ومدى تأثيرها على البيئة وعوامل الأمان بما يفى بمتطلبات وإحتياجات الأجيال الحاضرة دون المساس بإحتياجات الأجيال القادمة من المواد الخام وحماية المخلفات.

مبادئ الكيمياء الخضراء Principles of green chemistry:

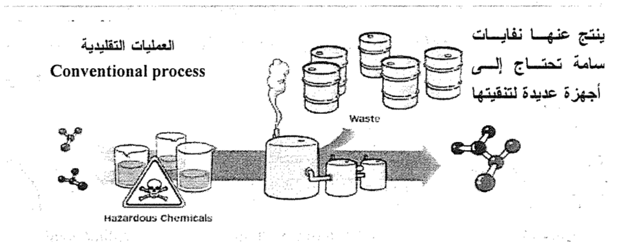
وضع العالمان Anastas and Warner,1998 فى كتابهما – الكيمياء الخضراء : النظرية والممارسة – المنشور فى جامعة أوكسفورد – إثنى عشرة مبدأً للكيمياء الخضراء ، للحصول على أعلى معدل من الكيمياء والتفاعلات والعمليات الخضراء – أهمها:

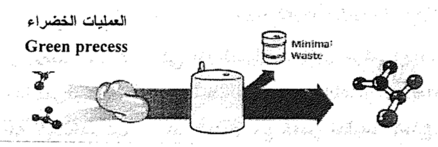
1 – إستخدام مواد غير خطِرة – لتكوين المنتجات المطلوبة دون تكوين نفايات – أو تكوين الحد الأدنى منها – يمكن السيطرة عليها – دون حدوث مشاكل بيئية.

من الأمثلة التى توضح ذلك – عملية تصنيع حامض الأديبيك Adibic acid – حامض دهنى ثنائى مجموعة الكربوكسيل HOOC(CH2)4COOH ؛ المادة الأساسية لإنتاج النيلون والعديد من العقاقير والمبيدات. تحتاج المصانع منه حوالى

20 مليون طن سنوياً. يحضر حامض الأديبيك – الطريقة الكيميائية التقليدية – بإختزال البنزين إلى هكسان حلقى Cyclohexane – بإستخدام نيكل رانى – عامل حفاز – يتم أكسدته إلى Cyclohexanol و Cyclohexanone – على صورة مخلوط يسمى Ketone-Alcohol oil(KA oil) – يتم أكسدته فى وجود حامض النيتريك والهواء الجوى لتكوين حامض الأديبيك وأكسيد النيتروز.

يُستَخدَم – فى هذه الطريقة – البنزين كمادة أولية – وهو من المركبات المسرطنة. إضافة إلى ذلك – ينتج أكُسيد النيتروز يؤدى إلى زيادة مستوى غاز الضحك بنسبة 10% سنوياً ؛ كما – تسبب الأدخنة المتصاعدة من العامل الحفاز – نيكل رانى – تداعيات خطيرة فى الجهاز التنفسى والجهاز الهضمى والأعين.





الناتج النهائى بدون مخلفات سامة

تستهلك كميات قليلة من الطاقة ولها درجة آمان عالية لعدم وجود مواد خطرة

تعتمد على التفاعلات الإنزيمية

Benzene → Cyclohexane → Cyclohexanol + Cyclohexanone → Adipic acid

الطريقة الكيميائية التقليدية لتحضير حامض الأديبيك

إستخدمت الأبحاث – طريقة بيولوجية لإنتاج حامض الأديبيك عن طريق سكر الجلكوز – مادة آمنة – بإستخدام نوع من البكتريا المعدلة وراثياً – Escherichia coli – تُعرف بإسم المحفزات البيولوجية – تعمل على الحصول على حامض Cis,Cis-muconic acid – يتم هدرجته للحصول على حامض الأديبيك. من مميزات هذه الطريقة – أنها تعالج مشكلتى النفايات العطرية الضارة وزيادة نسبة غاز الضحك ، إضافة إلى أنها – تؤدى إلى تدوير المواد الفعالة ثانية مع عدم تكون مواد سامة.

D-glucose → *Cis,Cis*-muconic acid → Adipic acid

تحضير حامض الأديبيك (طريقة بيولوجية خضراء)

من الأمثلة الأخرى – فى هذا المجال يُستَخلَص مركب Paclitaxel (من العقاقير المضادة لمرض السرطان) بواسطة مذيب Methylene chloride. تم تطوير طريقة لإنتاجه لايُستَخدَم فيها – هذا المذيب مع خفض تكاليف الإنتاج والحصول على مُنتَج بتركيز أعلى. تتلخص هذه الطريقة – فى إستخلاص المركب من أشجار السرو Yew trees بكميات كبيرة دون حدوث مخلفات سامة – كما تم إستخدام المادة العضوية المتخلفة من الأشجار كسماد عضوى. يتم – حالياً – تطوير طرق للحصول على المركب من ثمار أشجار البندقNut trees ، ومن بعض الفطريات النامية على

الأشجار – وإن كان المتحصل عليه من المادة الفعالة أقل من الناتج من أشجار السرو.

2 – إستخدام موارد متجددة : يمكن تكرار إستخدامها – بدلاً من إستنزاف الموارد والثروات التى يمكن أن تنفذ – مثل البترول والغاز الطبيعى. يُفضل – فى أغلب الأحيان – إعادة تدوير المُنتج الذى فقد صلاحيته فى نفس غرض المُنتج الأصلى أو لإنتاج منتجات أخرى – حتى لوكانت عملية إعادة التدوير أكثر كُلفة من المنتج الأصلى ؛ حيث يعتبر ذلك خياراً مفضلاً بيئياً. إعادة التدوير Recycling للبلاستيك والمبلمرات لإنتاج مُنتَج مكافىء للمُنتَج الأصلى – عملية غير مربحة – لكن يمكن إستخدامها فى الحصول على منتجات أقل جودة تستعمل فى أغراض أخرى. لذا – يتم تدوير المخلفات على أساس مفهوم – أن النفايات والنواتج العرضية الناتجة من صناعة معينة يمكن أن تكون Feedstock للعملية ذاتها أو لصناعات أخرى – كما أن المواد المستخدمة فى صناعة معينة لايمكن إستخدامها فى التدوير مباشرة بل تحتاج – عادة – إلى عمليات معالجة حتى يمكن تدويرها. يمكن – مثلاً – إعادة تدوير الحديد المقاوم للصدأ المستخدم فى صناعة البطاريات وإستخدامه فى صناعات أخرى. أيضاً – تعتبر عملية معالجة وإعادة تدوير المواد الكيميائية وإستخدامها ثانية من المعالجات المرغوبة بيئياً والمربحة – مثل إعادة تدوير مركب هيدروكسيد الأمونيوم.

3 – الإقتصاد فى الذرات المستخدمة فى التفاعلات الكيميائية Atom economy: يتم فى الصناعات الكيميائية – الحصول على مُنتج نهائى بنفايات. تهدف التفاعلات النظيفة إلى زيادة كمية المُنتَج النهائى وتقليل النفايات إلى أقل قدر ممكن أو إلغائها نهائياً – لو أمكن ذلك.

من أهم الأمثلة فى هذا المجال – تحضير مركب Cyclohex-1-ene – عن طريق إضافة مركب Ethene إلى مركب 1,3-butadiene – يتم التفاعل فى خطوة واحدة – بواسطة تفاعل Diels-alder – ويمثل المركب الناتج 100 % من كمية الكيميائيات المستخدمة – دون نفايات.

1,3-butadiene + Ethene ⟶ Cyclohex-1-ene

مثال آخر: تصنيع مركب Ibuprofen – عقار مسكن ومضاد للإلتهاب – يصنع المركب على 6 خطوات بنسبة 60 % منتج نهائى و 40 % نفايات. يُصنع – حالياً – على ثلاثة خطوات بإستخدام فلوريد الهيدروجين اللامائى HF – كمذيب وكمادة محفزة. حيث نحصل على 80 % مُنتج نهائى ؛ يرتفع إلى 99 % لو أمكن إستعادة فلوريد الهيدروجين اللامائى وإعادة إستخدامه.

$(CH_3CO)_2O$ / HF ⟶ ; H_2 Catalyst ⟶ ; CO.Pd ⟶ Ibuprofen

COOH, O, OH

Ibuprofen

طريق تحضير Ibuprofen المحسنة

4 – إستخدام مذيبات Solvents وجواهر كشافة Reagents آمنة : أغلب أنواع المذيبات العضوية المستخدمة فى الصناعة – ضارة بالصحة ولها مردود بيئى سلبى ، وقد تُحدث إنفجارات وحرائق – مثل Chloroform و Crbontetrachloride. لذا – يستخدم فى التفاعلات الكيميائية الخضراء مذيبات وجواهر كشافة غير ضارة للإنسان والبيئة. لايعتبر الماء من المذيبات الشائعة فى التفاعلات الكيميائية العضوية نظراً لعدم ذوبان كثير من المواد الفعالة فيه – إلا أنه يمكن إستخدامه فى العديد من

التفاعلات ؛ منها على سبيل المثال – تفاعلات Diels-alder التى تستخدم فى الكثير من المركبات الهامة – منها تحضير مبيدات الحشرات من مجموعة مركبات Chlorinated cyclodienes. فقد تم تحضير مركب Chlordane – عام 1945 – عن طريق تفاعل مركب Hexachlorocyclopentadiene مع مركب Cyclopentadiene – بواسطة تفاعل Diels-Alder reaction – تلاه مركبات عديدة أخرى من نفس المجموعة. مثال آخر – يُستَخدم فى أغلب أنواع الطلاء والمواد اللاصقة مذيبات عضوية – تُجرى الأبحاث حالياً لإستبدال هذه المذيبات العضوية بالماء – أو عدم إستخدام مذيبات عضوية فى إنتاجها.

Hexachlorocyclopentadiene + Cyclopentadiene → Chlordene → (Clorination, CCl_4) → Chlordane

تحضير مبيد الحشرات Chlordane بواسطة تفاعل Diels-Alder

5 – إستخدام المحفزات الإختيارية Selective catalysts: تقلل المحفزات Catalysts كميات الطاقة اللازمة لإتمام التفاعلات الكيميائية. لكن – وُجد أن المحفزات المعدنية – مثل أكسيد الكروم – تؤدى إلى حدوث مخلفات ضارة – فى حين يؤدى إستخدام المحفزات البيولوجية – مثل الخميرة – إلى خفض النفايات وزيادة التفاعلات بنسبة تتراوح بين 16 – 55 % – وعدم الحاجة إلى المواد مؤكسدة. قد تستخدم – أيضاً – محفزات إختيارية فى كثير من تفاعلات الكيمياء الخضراء لتحسين خواص التفاعل وإزالة النفايات العرضية. تعتمد صناعة الورق

على مركبات الكلور فى عملية التبييض مما يؤدى إلى إحتمال زيادتها وتسربها للبيئة. للتغلب على ذلك – يستخدم مركب فوق أكسيد الأيدروجين H2O2 كمادة محفزة غير سامة مع ضمان إتمام عملية التبييض على درجة حرارة الغرفة. تعتبر هذه الطريقة طريقة إنتقائية خالية من الكلور الحر كلياً.

6 – يراعى عند تصميم وإنتاج مُنتَج كيميائى – إمكانية تلاشيه من البيئة – بعد قيامه بوظيفته – وتحلله إلى مواد ومخلفات غير ضارة بالبيئة .

7 – تجنب – إن أمكن – إستخدام المشتقات الثانوية – مثل – المواد المثبطة للتفاعلات والمواد الواقية والمواد المحورة للصفات الفيزيائية والكيمائية.

8 – تطوير طرق وأجهزة تحليل مواد لمعرفة مسار تحلل المُنتج .. لتجنب مشكلات المواد الضارة الناتجة.

9 – يراعى – قدر الإمكان – عند تصنيع المواد الكيميائية – تقليل إحتمالات حدوث أخطار الحوادث الكيميائية مثل التسرب Release ، الإنفجار Explosions والحريق Fires.

أمثلة هامة فى مجال الكيمياء الخضراء

من الأمثلة الهامة فى مجال الكيمياء الخضراء – قيام وكالة الفضاء الأمريكية بتحويل مخلفات الوقود المستخدمة فى مركبات الفضاء – إلى سماد نترات البوتاسيوم. الجدير بالذكر – أن الوكالة كانت تُنفق حوالى 700 ألف دولار سنوياً للتخلص من هذه المخلفات. يوضح – هذا المثال – الدور المزدوج للكيمياء الخضراء فى إمكانية تحقيق عائد مادى مُجز ؛ إضافة إلى تجنب العديد من المخاطر البيئية للملوثات. مثال آخر – إستطاع الباحثون فى شركة DOW للكيميائيات تطوير طريقة إنتاج مادة البوليسترين المستخدمة فى التعبئة والتغليف بإستخدام غاز ثانى أكسيد الكربون – المُعاد إستخدامه من صناعات أخرى – كعامل نفخ بدلاً من غازات كلورو فلورو كربون – الفريون – الضارة بطبقة

الأوزون. كما تجرى الأبحاث على قدم وساق - بإستخدام الأشعة فوق البنفسجية - لتقوية بعض اللدائن النباتية لصناعة منتجات بلاستيك طبيعى يمكن إعادة تدويره أو تحلله فى البيئة بمساعدة بعض أنواع البكتريا - بدلاً من المصنعة من المشتقات البترولية.

تُصنَّف المبيدات الكيميائية التقليدية Conventional pesticides - تحت بند الكيمياء الحمراء Red chemistry - عند حدوث أخطار وأضرار فى أى من مراحل التصنيع ، النقل ، التخزين والتداول أو نتيجة سوء الإستخدام ؛ وتزداد كثافة اللون الأحمر كلما تعاظمت هذه الأخطار والأضرار. قد يحدث تسرب فى مرحلة التصنيع - مثل - تسرب مادة Methylisocyanate من أحد مصانع شركة Union Carbide بمدينة Bhopal بوسط الهند - عام 1984؛ ويُعزى إليه حدوث التسمم الحاد والمزمن للعاملين بهذه المصانع. قد يحدث تسمم للعاملين فى مجالات نقل وتخزين المبيدات.

يسبب سوء الإستخدام - أيضاً - (خاصة بين الأطفال) - والتغذية على منتجات تحتوى على متبقيات للمبيدات تتجاوز حدود المستوى المسموح به Tolerance level إلى حدوث أضراراً حادة أومزمنة. قد تحدث - أيضاً - حالات تسمم للعمال الزراعيين - فى حالة دخول مناطق - بعد رشها مباشرة. يمكن أن تسبب أضرارا جسيمة للكائنات غير المستهدفة - مثل - حيوانات المزرعة ، المناحل ، المفترسات والطفيليات - مالم تتخذ الإحتياطات اللازمة لحمايتها. الجدير بالذكر - يؤدى الإستخدام المتكرر للمبيدات - خاصة - مبيدات الكلور العضوية - إلى تراكمها فى أوجه البيئة المختلفة - مما يؤدى إلى حدوث أضرار جسيمة للإنسان والبيئة - أشارت لها راشيل كارسون مبكراً - عام 1962.

أدى الإستخدام المفرط للمبيدات الكيميائية إلى حدوث تداعيات سلبية على كل من النظام الحيوى والبيئة. مما يستدعى إستخدام مبيدات بيولوجية صديقة للبيئة Eco-friendly biopesticides للتغلب على مشاكل الآفات.

سنستعرض – فى هذا الجزء – الطرق والإجراءات التى قد تـؤدى إلـى تعظـيم اللون الأخضر فى مجال مبيدات الآفات وسوف تنصب دراستنا – إن شاء الله – على المحاور التالية:

- أولوية إستخدام المبيـدات الحيويـة العـاقلة (Biorational (Ecorational pesticides.
- إستخدام المبيدات التقليدية – بطرق ووسائل تؤدى إلى تقليل أخطارهـا قـدر الإمكان.
- ألقاء الضوء على أهمية الزراعة العضوية والتكنولوجيا الحيوية.

الباب الأول
مركبات مشتقة من بعض المصادر الطبيعية والكائنات الحية

الفصل الأول : الزيوت كمبيدات آفات

الفصل الثانى : مبيدات حشرات مشتقة من النباتات

الفصل الثالث : مبيدات حشرات مشتقة من الكائنات الحية الدقيقة

الفصل الأول

1- الزيوت كمبيدات آفات

Oils as Pesticides

1-1. مقدمة

عرف الإنسان النفط (زيت البترول) من قديم الزمان، حيث كان معروفاً عند سكان مصر والعراق وسوريا والهند واليونان وبروسيا وإيطاليا. أطلق عليه قدماء الرومان والإغريق بتروليوم أو الراتنج الصخرى والأوروبيون – نفثا – والرومان – باكورا – والإنجليز – الزيت المعدنى والصينيون – " إيفى – يو".

إستُخدِمَ النفط – فى الأزمنة القديمة – للإضاءة وكمادة رابطة وعازلة فى البناء وفى الأغراض الحربية وغيرها. يوجد فى المخطوطات القديمة – للطبيب الإغريقى هيبوقراط والرومانى فيتروفى – عدد كبير من وصفات الأدوية التى يدخل النفط فى تركيبها. إستُخرِج النفط – في تلك الأزمنة – بالطرق البدائية حيث كان يُجمع من أماكن خروجه إلى سطح الأرض. تطورت الطرق – بعد ذلك – إلى مايُعرَف بالإستخراج البئرى. أصبح للنفط – فى العقود الأخيرة – أهمية كبيرة متعددة الأشكال مرتبطة بالصناعات البتروكيميائية التى تدخل فى صناعات عديدة – مثل الكحولات الصناعية والكاوشوك والبلاستيك والأقمشة الصناعية والأسمدة والمبيدات وغيرها.

بالرغم من إستخدام الزيوت البترولية كمبيدات للحشرات مُبكِراً – عام 1763 – إلا أنها كانت محدودة الإستخدام حتى القرن التاسع عشر. إستُخدم فى البداية – كل من النفط والكيروسين – بطريقة بدائية كمادة سامة للحشرات – رشاً على سطح الماء لقتل يرقات البعوض. إستُخدِمَت – أيضاً – مستحلبات الزيوت لتطهير المخازن من الحشرات الضارة بالحبوب المخزنة. لتلافى ضرر الزيوت البترولية – بالنباتات، تم خلط الكيروسين بالماء، إلا أن – هذه المخاليط – لم تكن ثابتة وتسببت فى إتلاف أوراق النباتات. لتلافى هذا الضرر – إستُخدِمت الزيوت على صورة مستحلبات فى الماء.

إستُخدِم أول المستحلبات عام 1870. أمكن عام 1874 التوصل إلى مستحضر من كل من الكيروسين والصابون والماء. طُرِح أول مستحضر تجارى على صورة مستحلب زيتى فى الأسواق عام 1904. ثبت عام 1923 أن للمستحلبات – المصنوعة من زيوت التشحيم تأثير فعال ضد بعض الحشرات القشرية. أثبتت الأبحاث – عام 1930– أن بعض الزيوت عالية النقاوة (الزيوت البيضاء white oils) والخالية من الأيدركربونات غير المشبعة يمكن إستخدامها بأمان على أوراق النباتات.

تتوافر – حالياً – الزيوت المستخدمة فى مكافحة الآفات من مصادر متنوعة – زيوت بترولية، قطرانية، نباتية أو زيوت الأسماك.

1-2. زيوت بترولية Petroleum oils

النفط (زيت البترول) – خليط مركب من مواد هيدروكربونية – غازية، سائلة وصلبة – إلى جانب مئات المركبات الأخرى – التى لايمكن حصرها – والتى يتركب منها البترول. يوجد مركبات عديدة من الأيدروجين والكربون تحتوى أكسجين، آزوت، فوسفور، أو كبريت. يوجد أربع أنواع من المركبات فى البترول الخام :

1-2-1. مركبات أليفاتية Alephatic compounds

تتكون من سلاسل كربونية مفتوحة – مستقيمة أو متشعبة – تتضمن :

أ- مركبات برافينية Paraffins: يُشتق إسم - برافين - من الكلمتين اللاتينيتين Parum ومعناها قليل؛ وكلمة affinis ومعناها فعالية. تُسمى بارافينات لثباتها وقلة فعاليتها الظاهرة. ثبت أخيراً - أن للبارافينات نشاط وفاعلية عالية - تحت ظروف ملائمة. مركبات مشبعة الرمز العام لها $C_n H_{2n+2}$. البترول - المصدر الرئيسي لابسط سلاسل المركبات العضوية. ثنائية العنصر - الكربون والهيدروجين - تحتوى على روابط مشبعة. أبسطها الميثان CH_4 والإيثان C_2H_6. المركبات الأولى من سلسلة البارافينات - غازات عديمة اللون فى الدرجة العادية من الحرارة وهى الميثان، الإيثان،

البروبان، البيوتان؛ أما تلك المحصورة بين البنتان والهبتاديكان - فهى سوائل عديمة اللون، ومايبقى فهى أجسام صلبة عديمة اللون؛ قليلة الرائحة. تزداد درجة غليان كل مجموعة عن سابقها المباشر - يزيد عنه بمجموعة ميثلين - بمقدار 10%، كما تزداد درجة الانصهار واللزوجة تدريجياً من مجموعة إلى آخرى بشكل مماثل لدرجة الغليان. لها خواص طبيعية ضعيفة. لجميع البارافينات كثافة أصغر من الواحد.

ب- مركبات الأوليفينات Olefins والأسيتيلينات Acetylenes: مركبات أليفاتية - غير مشبعة - تتميز بوجود رابطة مزدوجة بين ذرتى الكربون - فى حالة الأوليفينات - ورابطة ثلاثية بين ذرتى الكربون - فى حالة الأستيلينات. نواتج تكسير البترول - أهم مصدر صناعى للمركبات مفتوحة السلسلة غير المشبعة التي تحوى على رابطة مضاعفة أو أكثر، الأوليفينات - أبسط مركباتها الإثيلين C_2H_4 - تتشابه كل من الأوليفينات والبارافينات فى خواصها الفيزيائية؛ عديمة اللون والرائحة عندما تكون نقية، تغلى فى درجات حرارة أعلى قليلاً من درجة الهيدروكربونات المشبعة التى لها نفس العدد من ذرات الكربون وذات التركيب المشابه. الأوليفينات أشد فعالية من البارافينات التى تحتاج تفاعلاتها إلى درجات الحرارة المرتفعة أو إلى الضوء المنشط.

1-2-2. مركبات حلقية

تشمل نوعين من التركيبات :

أ- مركبات برافينية حلقية : حلقية مشبعة منها البنتان الحلقى Cyclopentane والهكسان الحلقى Cyclohexane. خواصها الفيزيائية - تشبه خواص البرافينات المشبعة ذات السلسلة المفتوحة - إلا أنها - تختلف فى أن للبرافينات الحلقية درجة غليان أعلى وكثافة أكبر من البارافينات ذات السلسلة المفتوحة التى تحتوى على نفس عدد ذرات الكربون. زيادة كميات هذه المركبات فى الزيت - تزيد لزوجته.

ب- مركبات حلقية عطرية Aromatic copounds - تحتوى على حلقة غير مشبعة مثل البنزين والنفثالين والتولوين والزايلين.

1-3. الخواص الطبيعية للزيوت البترولية

1-3-1. الكثافة والوزن النوعي Density and specific white

الكثافة Density: كمية المادة الموجودة فى وحدة الحجم. الكثافة والوزن النوعى من أهم الخصائص المميزة لنوعية النفط وإحتوائه على قطفات منخفضة الغليان والتى تتمتع بكثافة منخفضة وعلى إحتوائه على الراتنجات ذات الكثافة المرتفعة - كذلك - على نوع الايدروكربونات السائدة الداخلة فى تركيبه. يُطلق إصطلاح الوزن النوعى للسائل أو الغاز على وزن وحدة حجمه.

من المعروف أن كثافة - أيدروكربونات مجموعة الميثان - أقل من كثافة النفثينات التى لها نفس عدد ذرات الكربون. النفثينات بدورها أقل من كثافة الأيدروكربونات الأروماتية؛ لِذا يدل - مقدار كثافة النفط على تركيبه - بشكل تقريبى ومبدئى. تتراوح كثافة أغلب أنواع النفط بين 0.82 – 0.90 - قد تنخفض الكثافة - فى بعض الأحوال الشاذة - إلى 0.75 أو تزداد إلى 1؛ كما تقل الكثافة للمنتجات النفطية بإرتفاع درجة الحرارة. يعبر عن وحدة الكثافة بـ جم/سم3. يعبر عن الكثافة - عادة - بدرجات بومية (Baume) أو على حسب جدول الوزن النوعي الخاص بمعهد American Petroleum Institute - يشبه تقريباً مقياس بوميه Baume scale. تتراوح كثافة الزيت الخام بين 0.65 - 1.06 أما الكيروسينات التى تُستَخدم عادة كزيوت أساسية لمبيدات الحشرات فهى 0.78 - 0.80 . تتراوح كثافة زيوت التشحيم التى تُستَخدم فى إبادة الحشرات من 0.84-0.92.

1-3-1-1. طرق تقدير الكثافة:

- إستخدام الأريومتر: من أبسط الأجهزة. يعمل على أساس قانون أرشميدس. يستخدم بغمس الجهاز فى المُنتج مباشرة. دقة التقدير 0.001 بالنسبة للمنتجات منخفضة اللزوجة؛ 0.015 للمنتجات اللزجة.
- إستخدام الميزان الأيدروستاتى: (ميزان فستفال – مور) - يعمل - أيضاً - على أساس قانون أرشميدس. يمكن عن طريقه - الحصول على درجة من الدقة أكثر 0.0005 فى تقدير الكثافة.

- إستخدام قنينة الكثافة: دقة القياس 0.0001 - تعتمد هذه الطريقة على مقارنة وزن المنتج البترولى المأخوذ فى حجم معين مع وزن نفس الحجم من الماء عند نفس درجة الحرارة.
- إستخدام مجموعة الهيدرومترات القياسية: قياسات روتينية سريعة. تُجَهّز العينة عند درجة الحرارة المنصوص عنها فى المواصفات القياسية (15 درجة مئوية) ثم تنقل إلى مخبار مدرج فى نفس درجة الحرارة تقريباً - يوضع الهيدرومتر المناسب - بعد ذلك - فى العينة ويترك حتى يصل لحالة الإتزان. تؤخذ قراءة الهيدرومتر وتسجل درجة حرارة العينة. يوضع المخبار ومحتوياته - إذا لزم الأمر- فى حمام ثابت الحرارة لتجنب حدوث أى تغيير فى درجة الحرارة أثناء الإختبار. لتقدير الوزن النوعى لمادة يُقسَم وزن الجسم على حجمه. يختلف الوزن النوعى بإختلاف الوزن الجزئى كما يختلف - أيضاً - بإختلاف التركيب.

1-3-2. اللزوجة Viscosity

يطلق إسم اللزوجة أو الإحتكاك الداخلى للسائل على مقاومة السائل لإزاحة إحدى طبقاته بالنسبة لطبقة أخرى تحت تأثير قوة خارجية. اللزوجة الإصطلاحية - عبارة عن النسبة بين زمن تدفق 200 مللى من الزيت عند درجة حرارة الإختبار وبين زمن تدفق نفس الحجم من الماء المقطر عند درجة 20 مئوية. تتغير لزوجة المنتجات النفطية مع تغير درجة الحرارة فتقل بإرتفاع درجة الحرارة وتزداد بإنخفاضها. تعتبر لزوجة الزيوت وتغيرها بتغير درجة الحرارة دليلاً هاماً على نوعية الزيوت وبناء الأيدروكربونات الداخلة في تركيب القطفات الزيتية. تؤدى - أيضاً - زيادة طول سلسلة الألكيل الجانبية فى الأيدروكربونات النفثينية والأروماتية مع الإحتفاظ بعدد ثابت من الحلقات فى الجزىء إلى زيادة لزوجتها - فى حين - يؤدى إرتفاع عدد الحلقات وزيادة تفرع السلاسل الأجنبية إلى خفض اللزوجة.

درجة اللزوجة من أهم الخواص التى يحسب لها حساب وتؤخذ بعين الإعتبار عند

ـتيار الزيوت لإستخدامها فى رش اشجار الفلكهة أثناء البيات الشتوى أو أثناء الصيف - حيث تكون الزيوت المعدنية الاقل لزوجة أكثر أمانا عند إستخدامها على النموات الخضرية؛ كما تفضل - الزيـوت ذات اللزوجة المنخفضة للإستخدام فى المناطق الباردة بعكس الحال فى المناطق الحارة. تتراوح درجة لزوجة الزيوت المستخدمة ضد الحشرات بين 40 - 100 ثانية سيبوليت (المدة اللآزمة بالثوانى لمرور حجم قدره 60 مل من العينة خلال فتحة قياسية تحت ظروف ثابتة)؛ فى حين - تفضل الزيوت الثقيلة 100-150 ثانية سيبوليت لانها أشد فعلاً فى سد الأنابيب الهوائية فى الحشرات إلا أن لها أثراً سيئاً على النبات. لِذا - تُستَخدَم - عادة - شتاءاً على أشجار الفاكهة المتساقطة الأوراق. الزيوت الأخف 50-70 ثانية سيبوليت أكثر نقاءاً - لِذا - تُستَخدَم صيفاً على الأشجار. الزيوت من فئة الكيروسين 30-40 ثانية سيبوليت عالية النقاوة - تُستخدم فى عمل محاليل الرش المستخدمة فى المنازل بعد إضافة بعض المواد الفعالة لها مثل البيرثرينات الطبيعية.

1-3-2-1. طريقة سيبوليت لقياس درجة اللزوجة: تستخدم هذه الطريقة لتقدير لزوجة المنتجات البترولية عند درجات حرارة من 21.5 - 99 مئوية. يُستخدم فى جهاز سيبولت فتحة قياسية ثابتة تسمى (فتحة عامة الأغراض Universal orifice) لقياس لزوجة المنتجات البترولية التى تستغرق فى مرورها أكثر من 32 ثانية. لايُستَخدم هذه الطريقة فى السوائل التى تستغرق مدة أكثر من 1000 ثانية - يجب أن يوضع جهاز تقدير اللزوجة والحمام المائى بعيدين عن التيارات الهوائية والتغيرات السريعة فى درجة حرارة الجو؛ بحيث نضمن أن تكون العينة بعيدة عن الأبخرة والأتربة خلال التجربة. يجب أن ينظف الجهاز بمذيب مناسب كما يجب أن تحفظ درجة حرارة الحجرة من 20 - 30 درجة مئوية، مع تسجيل الدرجة الفعلية. يعاير جهاز سيبوليت بإستخدام سائل ذى لزوجة قياسية معلومة ولايُستخدم الجهاز إذا زاد الخطأ فيه عن 1 %. عند بدء إستخدام الجهاز - يملأ الحمام المائى بالماء وتثبت درجة حرارته - كذلك - درجة حرارة الحوض المحيط بالعينة.

ترشح العينة خلال منخل (100مش). يُستقبل المترشح فى الجهاز حتى يصل إلى سطح العينة إلى شفة الجهاز. تقلب العينة بمحرك حتى تصبح درجة حرارتها ثابتة عند الدرجة المطلوب قياس اللزوجة عندها (± 0.03 مئوية). يتم ذلك - خلال دقيقة من التقليب المستمر ثم يقلب بترمومتر اللزوجة المثبت فى حامل الترمومتر فى حركة دائرية (30-50 لفة فى الدقيقة) فى مستوى أفقى. توضع قارورة الإستقبال المدرجة تحت الجهاز بحيث يمر الزيت من طرف الأنبوبة إلى القارورة ملامساً جدارها الداخلى. تنزع سدادة الجهاز مع تشغيل stop watch - يتم إيقافها عند مرور 60 مل من العينة إلى القارورة ويسجل الزمن بالثوانى.

1-3-3. إختبار التقطير للزيوت المعدنية

Volatility or distillation range

يُستَخدَم هذا الاختبار- لبيان مدى تطاير الزيوت المعدنية المستخدمة فى تحضير مستحلبات رش الأشجار - يتم ذلك - بتقطير 100 مل من العينة فى قارورة سعة 250 مل؛ بتسخين الزيت على لهب أو بواسطة سخان كهربائى. يجمع المتقطر فى مخبار مدرج سعة 100 مل إرتفاعه حوالى 25 سم على أن يكون المخبار مدرجاً من أسفل إلى أعلى والتقطير بمعدل 4 - 6 مل فى الدقيقة. تسجل قراءة الترمومتر المثبت فى فوهة قارورة التقطير عندما يتجمع كل 5 مل من المتقطر؛ تستمر عملية التقطير حتى يتجمع 95 مل من المتقطر فى المخبار المستقل.المواصفات القياسية للزيوت المستخدمة فى رش الأشجار (التقطير بمقدار 50 % بالحجم عند 330 إلى 375 درجة مئوية). كقاعدة عامة - تزداد فعالية الزيوت المعدنية فى قتل الحشرات كلما قلت درجة التطاير.

1-3-4. تنقية الزيوت بالحامض (إختبار الكبرتة)

تحتوى منتجات تقطير البترول - عادة - على كبريتيد الهدروجين والمركبتانات (RSH) ذات الروائح الكريهة - تسبب تآكل الأوعية المعدنية - كذلك الكبريتيدات وثنائى الكبريتيدات والكبريتيدات الحلقية ومشتقات الثيوفين Thiophene وكبريتيد رباعى الميثيلين Tetramethylene sulphid وغيرها. تعتبر هذه المركبات من

الشوائب ولها نشاط كيميائى كبير حيث تتأكسد بسهولة مسببة عكارة فى الزيت. تجعل - أيضاً - للزيوت تأثير حامضى. تقاس درجة نقاوة الزيت بالنسبة القابلة للكبرتة. فالزيوت العالية النقاوة - زيوت خالية من المركبات غير المشبعة؛ كلما زادت نسبة المواد غير المشبعة قلت نقاوة الزيوت المعدنية. يعتبر إختبار الكبرتة مقياساً لدرجة نقاوة الزيت المعدنى ونسبة ما يحتويه من المشتقات غير المشبعة والتى تتأثر بحامض الكبريتيك المركز 98.6 % تحت ظروف قياسية موحدة. يتحسن لون الزيت - بزيادة إستهلاك حمض الكبريتيك - وتنخفض قابليته للتفحم ويرتفع ثبات الزيت للأكسدة.

1-3-4-1. طريقة إختبار الكبرتة: يؤخذ 5 مل من العينة بواسطة ماصة نظيفة وجافة. تُنقل إلى قارورة الكبرتة النظيفة الجافة. ينقل 20 مل من حامض الكبريتيك 98.6 % إلى كل قارورة. تنقل القوارير من ذلك الحامل ثم تثبت فى حمام البخار مع الرج لمدة 10 ثوان على فترات - 10 دقائق - لمدة ساعة. يتم الرج يدوياً أو آلياً بطريقة منتظمة. بعد التسخين والرج لمدة ساعة - تبرد قوارير الكبرتة إلى درجة حرارة الغرفة مع إضافة مقدار كافٍ من حامض الكبريتيك المركز 95 % لرفع الزيت فى عنق القارورة إلى أعلى التدريج. توضع القوارير فى جهاز الطرد المركزى الخاص - يدور بسرعة حوالى 500 - 700 لفة فى الدقيقة - لمدة 10 دقائق. تنقل القوارير إلى حمام مائى مثبت على درجة 25 درجة مئوية. تؤخذ قراءات حجم الزيت. يعبر حجم الزيت الذى لايمتص فى طبقة حامض الكبريتيك مقياساً للمواد المشبعة أو غير المكبرتة فى العِينة. بقسمة حجم الزيت الكلى وبضرب خارج القسمة × 100 نحصل على النسبة المئوية لحجم المواد المشبعة غير المكبرتة فى الزيت المعدنى المختبر. يفضل إزالة حوالى 85 - 100 % من الأيدروكربونات غير المشبعة إذا كانت الزيوت ستستخدم كمحلول رش على أوراق النباتات؛ بينما إذا إستُخدِمَت كمحلول رش فى فترة السكون الشتوى على النباتات أثناء سكون العصارة فإن إزالة 70 - 85 % من هذه الإيدروكربونات غير المشبعة يعتبر كافياً. فى حالة الزيوت التى تُستخدَم على الأوراق فى الصيف - تزال 90 - 98 % من الأيدروكربونات غير المشبعة.

1-3-5. إختبار اليود Iodine Value

يقدر بكمية اليود التي إمتصت بواسطة المركبات الأليفاتية غير المشبعة الموجودة في الزيت . يجرى هذا الإختبار بنفس طريقة إختبار الكبرتة.

1-4. إستخدام الزيوت البترولية كمبيدات حشرات

تسمى - أحيانا - زيوت معدنية Mineral oils . يرجع إستخدامها كمبيدات حشرات إلى عام 1763 - لكنها - لم تنتشر إلا فى القرن التاسع عشر. تُستخدَم الزيوت المعدنية فى مجال مبيدات الآفات كما يلى:

- رشاً أثناء البيات الشتوى Dormant winter spray ضد الحشرات القشرية، الحُلم، بيض الحشرات وبعض يرقات حرشفية الأجنحة ذات البيات الشتوى.
- كمحاليل رش صيفية لمقاومة المن، البق الدقيقى، الأكاروس، التربس والحشرات القشرية. يجب أن تكون الزيوت - فى هذه الحالة - عالية النقاوة نسبياً وخالية من الجزء غير المشبع لتجنب حرق النموات الخضرية والثمرية؛ عكس الحال - بالنسبة للزيوت الشتوية حيث تقل الحاجة إلى هذا الحذر والحيطة.
- تُستخدَم بعض الزيوت عالية النقاوة لمكافحة العديد من الآفات الحشرية على المحاصيل الحقلية - مثل - الذبابة البيضاء، المن، التربس، البق الدقيقى، الحشرات القشرية، الأكاروسات وفى مكافحة حشرة Corn earworm على نباتات الذرة. إستُخدِم - أيضاً - مخلوط من الزيوت النباتية وبكتريا B.t. - تحت إسم "Zea-later" لمكافحة الحشرة السابقة عن طريق معاملة القناة الحريرية لنباتات الذرة. قد تسبب الزيوت آليات مكافحة ثانوية للحشرات - مثل - إجبار الحشرة على تعديل سلوكها مما يؤدى إلى إعاقة عملية وضع البيض أو عدم تمكنها من التغذية. تُستخدَم بعض الزيوت - إضافة إلى قدرتها على المكافحة المباشرة لكل من الحشرات والأكاروسات - فى مكافحة بعض الأمراض النباتية الفيروسية المنقولة بواسطة الحشرات - مثل المن - نتيجة

منع الحشرات من التغذية على النباتات المصابة بالفيروس ونقلها إلى النباتات السليمة.

1-4-1. ميكانيكية إحداث التأثير السام للزيوت المعدنية

تُظهر حشرات الذباب المنزلى عند المعاملة بزيت معدنى - مثل الكيروسين - مقاومة ثم تخر صريعة Knock down مع ظهور شلل بصورة متدرجة ينتشر من الأرجل الخلفية إلى الأجزاء الأمامية. تستعيد الذبابة حيويتها - غالباً - بعد حوالى 5 - 15 ساعة؛ بكامل نشاطها وخصوبتها؛ حيث يرجع مظهر التخدير المصاحب لهذه الحالة - فقط - لأسفكسيا الخنق؛ أيضاً - لإذابة الزيوت المعدنية للدهون مما يسمح لها بالنفاذية وإتلاف الأنسجة العصبية ولو بصفة مؤقتة.

بنفس الطريقة - إذا عُومِلَ سطح ماء راكد محتوى على يرقات البعوض بالكيروسين تكون اليرقات أكثر قابلية للتسمم من الحشرات الكاملة حيث تصاب بالتخدير ثم تسقط للقاع خلال 10- 20 دقيقة. تساعد الزيوت المعدنية - التى تحتوى مجاميع أوليفينة أو أروماتية - فى قتل الحشرة أسرع من الزيوت المعدنية المنقاة.

تدخل الزيوت المعدنية الخفيفة - مثل الكيروسين - الثغور التنفسية والقصبات الهوائية بصورة أسرع بكثير من الزيوت المعدنية الثقيلة. تتناسب سرعة سريان الزيوت فى القصبات الهوائية طردياً مع قطرها. بالرغم من أن للكيروسين قوة تخلل سريعة لقصبات الحشرات القشرية الحمراء؛ إلا - أنه يُطرَد ثانية بالحركات التنفسية؛ يُفقد - بعد ذلك - بالتبخير. أما المواد اللزجة - فتتخلل تماماً وتبقى داخل القصبات. كما ذكرنا - تتناسب سرعة سريان الزيوت فى القصبات الهوائية طردياً مع قطر القصبة - أى يزداد تخلل الزيوت فى القصبات الهوائية طردياً كلما كَبُر القطر. على ذلك - فكلما تخلل الزيت إلى الفريعات كلما إحتاج إلى قوة أكبر لطرده. من المتوقع دخول الزيوت المعدنية إلى داخل القصبات ببطىء وفى وقت أطول؛ حيث يعوق عملية الدخول ضغط الهواء المحبوس فى القصبات الهوائية. لوحظ من الناحية العملية - أنه بعد توقف حركة الزيوت المعدنية لبعض الوقت - يتحرك الزيت المعدنى فجأة بسرعة

كأنما قد تم التخلص تماماً من الضغط المقاوم. قد يكون للتأثيرات الشعيرية بعض الأثر فى معاونة الزيت المعدنى على الحركة كما قد يكون لإنهيار الجزء الخارجى من القصبات - وهو من الظواهر التى تلازم التسمم بالزيوت المعدنية - الأثر فى سرعة توجيه الزيوت المعدنية من القصبات إلى الأنسجة الداخلية. تميل الزيوت الأروماتية لإحداث هذا التأثير أكثر من الزيوت البترولية الأليفاتية. لوحظ فى الحشرة القشرية الحمراء أن بعض الزيوت - التى توقفت عن الإستمرار فى التخلل - تعود فجأة إلى التخلل نتيجة لإختفاء الضغط داخل القصبات. قد يحدث عكس ذلك - إذ يزداد التخلل نتيجة لحركة التهوية. يزداد التخلل فى يرقات البعوض نتيجة لهبوط الضغط فى الأجزاء غير الممتلئة. قد تحمى يرقات البعوض نفسها بانقباض الفتحات التنفسية عند تعرضها للزيوت الأروماتية؛ لِذا - فتأثيرها القاتل يكون أبطأ من الزيوت الأليفاتية السامة.

تنتشرالزيوت داخل القصبات الهوائية والقصبات الشعرية وتتخلل أبخرتها بلازما الدم خلال جدر القصبات والقصيبات الهوائية. ثم تأخذ أبخرة هذه الزيوت طريقها إلى العقد العصبية. تُذيب بعض المواد - كالبنزين - الدهون الموجودة فى الأنسجة وتؤثر على الأعصاب، مما يترتب عليه - أيضاً - التأثير على الأنسجة المجاورة مثل أى مادة سامة آخرى بالملامسة.

إضافة إلى التأثير الإبادى المباشر للزيوت المعدنية - فإن لها تأثيراً باقياً لأمد طويل، لأنها تترك غشاءاً من الزيت فوق النموات الخضرية. تعوق هذه الطبقة المتخلفة - إستقرار الحشرات التى تهاجم الأجزاء المرشوشة وعدم تمكنها من التغذية فتموت. الأثر الباقى الطويل ذو أهمية كبيرة فى الوقاية من بعض الحشرات القشرية وبعض أنواع الأكاروس؛ كما أن للزيوت تأثيراً على طور البيض. تتكون طبقة قشرة البيضة أو الكريون Chorion - من كريون خارجى سميك من بروتين دهنى وداخلى رفيع من البروتين. يحدث التخلل - فى بعض الحالات - خلال الثقوب الدقيقة جداً التى توجد فى الكريون أو من منطقة النقير. تنفذ الزيوت البترولية - فى

بيض خنفساء القثاء - خلال الكريون المسامى؛ فتُحدِث داخله طبقة زيتية - يقتصر التخلل - فى بعض حالات أخرى - على فتحة النقير. حيث يكون الكريون غير مسامى.

فى حالة البيض الموضوع من إناث صغيرة - تغلق فتحات الكوريون والنقير ببروتين مصبوغ ويغطى الكريون - بعد ذلك - بطبقة شمعية وتمر المحاليل المائية من الجزء الخارجى للنقير ببطء؛ أما الزيوت - فتنفذ بسرعة أكبر لأن لها القدرة على إزالة أو خدش الطبقة الشمعية. يدخل الزيت إلى البيضة ويتداخل مع بعض النُظم الحيوية فيها - كمبيد للبيض. يعتبر بيض حشرة المن مقاوم للزيوت المعدنية. لِذا إتجهت الأبحاث نحو الفينولات والكريزول و DNOC . وُجِدَ أن تأثير الفينول هو تليين القشرة وينشأ عنه تحطيم الكريون ويتخلل حامض الخليك الكريون ببطء؛ أما محلول الجير والكبريت Lime sulphur فيؤدى إلى جفاف الكريون وتصلبه مما يؤدى إلى جفاف الجنين بداخلها وموته.

تدل بعض الشواهد - أيضاً - على أن الزيوت المعدنية تُحدِث الإبادة للبيض دون تخلل الكريون نتيجة تصلب غلاف القشرة مما يؤدى إلى منع عملية الفقس - كما فى بيض أكاروس العنكبوت الأحمر. قد تتسبب معاملته بالزيوت الصيفية - أيضاً - فى حدوث خلل فى التوازن المائى فى البيضة.

من طرق المكافحة الكلاسيكية القديمة - مازالت تُستَخدَم حتى الآن فى مكافحة البعوض - رش طبقات أو أغشية سمكية من الزيوت المعدنية بمعدل 10- 15 لتر للدونم (1000 متر مربع) من المسطحات المائية التى قد تعيش فيها يرقات البعوض.

الزيوت المعدنية سامة فى حد ذاتها؛ لِذا - يجب أن تنتشر فوق المسطح المائى بأكمله فى شكل غشاء منتظم يتغلغل النموات الخضرية - كلما أمكن ذلك. يجب أن تكون التركيزات المستخدمة منها آمنة للأسماك والحيوانات المستأنسة والإنسان والنبات وكافية لآداء فاعليتها ضد يرقات البعوض. يتوقف ذلك على مجموعة من العوامل:

- خفض التوتر السطحى للماء ـ يجعل اليرقات لاتستطيع أن تبقى فى الطبقة تحت السطحية المعرض للهواء مما يحرمها من القدرة على التنفس.
- تعمل طبقة الزيت السطحية فوق الماء كحاجز يمنع إتصال جهاز اليرقة التنفسى بالهواء فيؤدى للخنق.
- إمتصاص اليرقات لنواتج سامة من الزيوت المعدنية خلال الماء.
- يسد الزيت المعدنى القصبات الهوائية عن طريق دخول الزيت إلى السيفون الخاص بالتنفس.
- يؤثر دخول الزيت إلى القصبات الهوائية على الأنسجة المجاورة ـ كأى مبيد آخر بالملامسة.

لتحقيق ذلك ـ يجب أن يكون الزيت مطابقاً للمواصفات الطبيعية والكيميائية والبيولوجية التالية :

- الحد الأقصى للوزن النوعى 0.94 عند 30 درجة مئوية.
- حجم المتقطر كحد أقصى 5 % عند 200 درجة مئوية. يقدر بالطريقة التى ذُكرت فى تقدير درجة التقطير (11 – 3 – 3). تتوقف درجة ثبات غشاء الزيت المعدنى على نسبة إحتوائه على المواد عالية التطاير. إقتُرِح ألا يحتوى الزيت المعدنى المستخدم أكثر من 5 % من المواد التى تُقَطَر عند درجة 200 مئوية.
- درجة الإشتعال أو الوميض Flash Point بحد أدنى مقداره 65.6 مئوية .
- درجة اللزوجة بحد أقصى 100 ثانية عند 21.1 درجة مئوية؛ لذا – تقف اللزوجة العالية عقبة فى طريق فاعلية الزيوت المعدنية الثقيلة. إقتُرِح ألاتزيد لزوجة الزيوت – المبيدة لليرقات – عن 100 سنتى ستوكس عند 21.1 درجة مئوية. يتم تقديرها بواسطة جهاز سيبوليت – عام الأغراض (راجع 1-3-2-1).
- ضغط الإنتشار Spreading pressure : يجب ألايقل ضغط الإنتشار للزيوت المعدنية الفعالة ضد يرقات البعوض عن 23 داين/سم. يجب ألايقل ضغط

الإنتشار عن 46 داين/سم إذا كان المطلوب أن تخترق وتغلغل طبقة الزيت النموات الخضرية المائية لتصل إلى اليرقات المختبئة. يقدر ضغط الإنتشار بمقارنة مدى إنتشار قطرات من درجات الزيت الثلاثة فوق سطح ماء نظيف بمحاليل قياسية لحدود ضغط الإنتشار المطلوب لدرجات الزيت الثلاثة ويستعمل لذلك :

- يُعطى محلول 10% وزن/حجم من كحول الأوليل فى زيت البرافين الطبى ضغط إنتشار مقداره 25 داين / سم.
- يُعطى محلول 1% وزن/حجم من كحول التربينيول فى زيت البرافين الطبى ضغطاً مقداره 18 داين/ سم.

- الحد الأدنى لثبات غشاء الزيت Film stability ساعتان. يكفى سمك الغشاء أو طبقة الزيت المعدنى – 10 ميكرون – لإعطاء درجة الثبات والفاعلية المطلوبة؛ بينما لو إنخفض سمك هذه الطبقة إلى 1– 2 ميكرون – يعطى ذلك – نتائج خاطئة؛ أما إذا كان الزيت المعدنى – مجرد مادة حاملة أو مذيبة مثل الكيروسين فى مركـــزات الـــ د.د.ت – يكفى غشاء سمكه 0.2 ميكرون فقط – ـــ لأن المهم هو نشر المبيدات.
- نسبة المواد الذائبة فى طبقتى الزيت والماء كحد أقصى 2.5 %.
- السمية ضد يرقات البعوض:

  Anopheles stephensi حد أدنى 90 % موت عند 25 مئوية

  Aedes aegyti حد أدنى 75 % موت عند 25 مئوية

1-4-2. إستخدام الزيوت المعدنية كمواد حاملة أو مخففة أو مذيبة للمبيدات:

تحضر المحاليل المتجانسة للمبيدات بإذابة المبيد مباشرة فى الماء – كما هو الحال فى مبيدات – ترايكلوروفون – مانكوزيب. إذا كان المبيد غير قابل للذوبان فى الماء – يجب الإذابة فى مذيب عضوى – مثل محاليل المبيدات فى المذيبات البترولية التى تُستَخدَم لمكافحة الحشرات المنزلية ومحاليل المبيدات فى المذيبات العضوية فى الأيروسولات لإستخدامها ضباباً Thermal fog – أو رذاذاً فى المبانى

أو المناطق المكشوفة. هذه المحاليل عالية السمية لوحدة المساحة المرشوشة – لأن الزيوت أو المذيبات البترولية تساعد فى حمل المادة الفعالة إلى موقع إحداث تأثيرها السام أو إلى داخل الجسم فى الكائن المعامل. قد تصل قطرات الزيت إلى مواضع لاتصلها قطرات المحلول المائى لتعرض قطرات المحلول المائى للتبخر بصورة أكبر من سرعة تبخر المذيبات البترولية أو المعدنية؛ إضافة إلى ذلك – تتميز قطرات الزيت بقدرتها على الإنتشار فوق السطح المعامل لتغطية مساحة قد تصل إلى خمسة عشر ضعفاً بالنسبة للمساحة التي يشغلها المحلول المائي بنفس الحجم من القطرات. للمذيبات العضوية والزيوت المعدنية آثارها الضارة على النبات – حيث يعتمد التأثير السام على النموات الخضرية – على قدرة هذه المذيبات والزيوت على النفاذية وإختراق أنسجة النبات. قدرة النفاذية للزيوت المعدنية – أيضاً – من أهم الصفات التى تميز فاعلية الزيوت البترولية ومستحلباتها ضد الحشرات القشرية.

أوضح Kalfarni وزملاؤه عام 1959 أن للزيوت والمذيبات العضوية غير المتطايرة والمذيبة للدهون – القدرة على أن تبلل كلاً من المبيد والآفة؛ لذا – يؤدى وجودها – ليس فقط – إلى زيادة دخول المبيد إلى جسم الآفة بل أنه يسرع من إنتشار جزيئات المبيد فى جسم الآفة. يعمل الزيت أو المذيب العضوى – أيضاً – على إستعادة كميات المبيد المختفية داخل الفجوات والمسام في السطح المعامل لتعزيز تركيز المبيد المتصل بالآفة . العوامل المحددة لنجاح المذيب العضوى :

- القدرة على حمل المبيد خلال الطبقة الشمعية الخارجية للكيوتكل حتى يصل معظمه للسطح البينى بين الدهون وطبقة البروتين التالى.
- المقدرة العالية على التوزع الجزئى بحيث ينتقل من طبقة الدهون إلى طبقة البروتين خلال السطح البينى.
- قدرة المذيب على الإحتفاظ بالمبيد مع القدرة على أن يذوب جزئياً فى الطبقات المائية التي تتخلل خلايا الكيوتكل الداخلى حتى يحمل المبيد ليصبح معداً للإنتقال لموضع الأثر السام.

o غير قابل للتطاير السريع – قبل أن يستكمل جميع الخطوات السابقة.

تطبيقاً للعوامل السابقة - تُصَنَّف المواد البترولية التى تُستَخدَم كمذيبات إلى قسمين رئيسيين:

أ- مواد تتبخر وتتطاير بسرعة بعد الرش مباشرة – مثل التولوين والزيلين والمواد المماثلة. تترك هذه المواد – المبيد فى طبقة على السطح المعامل. تتميز هذه المحاليل بقلة نفاذها خلال أنسجة النبات.

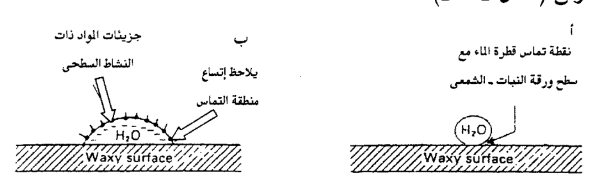
ب- مواد لاتتطاير وتغطى السطح المعامل بمحلول من المبيد والمادة المذيبة بعد تبخر الماء مثل الزيوت المعدنية والنافثينات. تزيد هذه المذيبات من قدرة المبيد على النفاذ داخل أنسجة النبات مما يعقد الأمر بالنسبة للرغبة فى سرعة التخلص من الآثار الباقية. تنتشر قطرات الزيوت المعدنية لتغطى حوالى خمسة عشر ضعف أقطارها الأصلية عن طريق خفض زاوية تماس القطرة مع سطح النبات. يعوض هذا الميل للإنتشار – النقص فى التغذية على أساس الأقطار الأصلية للقطرات. يرجع سلوك الزيوت المعدنية إلى القابلية على الإنتشار العالى على سطح النبات للتشابه الكيميائى بين طبقة الشموع التى تغطى كيوتكل النموات الخضرية للنبات وبين قطرات الزيوت البترولية الهيدروكربونية.

قد تكون أهم صفات الزيوت المعدنية – قدرتها على النفاذية Penetration خلال الحشرات. تقل النسبة المئوية للزيوت المعدنية المنزلقة – بعد رش مستحلباتها فوق النبات – فى نسبتها عن سائل الرش الأصلى مما يدل على ميل السطح المعامل – وهو النموات الخضرية – على تفضيل الإحتفاظ بنسبة أكبر من الزيت لتماثل التركيب غير المحب للماء فى الحالتين. تسمى هذه الظاهرة إحتفاظ تفضيلى أو إبتلال تفضيلى Retention or Wetting Professional.

يمكن خلط الزيوت مع زرنيخات الرصاص وبعض السموم المَعدية الأخرى كى تزيد من تأثيرها الفعال. من أهم التطبيقات فى هذا المجال – إستخدام الزيوت فى

مستحضرات معلقات زرنيخات الرصاص التى ترش على أشجار التفاح – لزيادة كمية المتخلف من هذا المبيد فوق الأشجار. أمكن بإحلال الزيوت المعدنية – كمادة حاملة – محل المـــاء زيادة المتخلف لأن سطوح الأشجار تحتفظ بالزيوت بدرجة أكبر؛ كذلك – فإن حبيبات الزرنيخات قابلة للبلل أكثر بالزيت مما يجعلها تتركز في طبقة الزيت المتخلفة.

وُجِدَ أن الزيوت القابلة للإستحلاب – التى تحتوى مـواد مستحلبة قابلة للذوبان في الزيوت – أكثر كفاءة فى نشر وتوزيع مبيد الكريوليت وفلوسليكات الباريوم أكثر من أنواع الزيوت الأخرى؛ إضافة إلى ذلك – يزيد إستخـــدام زيوت قابلة للإستـــحلاب مع بعض معلقات المساحيق فى الماء – المتخلف من المبيد مع تحقيق توزيعه المتجانس أكثر مما لو كانت هذه المعلقات فى بيئة مائية فقط؛ كما – لن يتم الإحتفاظ أو الإبتلال التفضيلى بغير المواد المستحلبة Emulsifiers المذابة فى الزيوت وستبقى الحبيبات معلقة فى الماء ليفقد معظمها مع الماء المنزلق (شكل 1 – 1).



شكل (1–1): تأثير المواد ذات النشاط السطحى فى خفض التوتر السطحى بين جزيئات الماء

تؤدى الزيـــوت المعدنيـــة – أيضـــاً – وظيـــفة المـــواد البـــانـــية للمتخلفات Builders dposit – كما يدعم وجودها في مخلوط الرش زيادة المتخلف. من الصفات المميزة للمواد البانية للمتخلفات – أنهـــا تسبب تجمع حبيبات المبيد الصلبة المعلقة لتكّون حبيبات أكبر تميل للإنفصال عن الماء مؤدية إلى حدوث زيادة فى كمية المتخلفات. ولعل عملية التجمع هذه – أوحت بتسميتها مواد بانية للمتخلفات.

يلاحظ تلازم زيادة كمية المتخلفات مع صفة تجانس إنتشاره فوق السطح المرشوش. يدل مظهر المتخلف على أن هناك – أيضاً – تحسناً في صفات الإنتشار يصاحب تأثير المواد البانية. تلتصق حبيبات المبيد الصلبة مباشــرة – عمليــاً – بالنموات الخضرية المعاملة فى لحظة الرش الأولى ولايحدث لها إعادة توزع مع الماء الزائد الذى ينسحب تاركاً الأوراق والنموات الخضرية. من الثابت أن هــذه المــواد – البانية للمتخلفات – تزيد من قدرة حبيبات المبيد على السطح المعامل – العكس ليس صحيحاً – بمعنى أن المواد اللاصقة ليست بالضرورة مواد بانية للمتخلفات.

الزيوت المعدنية القابلة للإستحلاب؛ أكثر المواد كفاءة كبانيات للمتخلفات ولعلها أرخصها سعراً. فهى تكسب حبيبات المبيد الصلبة المعلقة صفة صمغية غير محبة للماء. لها القدرة – أيضاً – على تجميع الحبيبات المعلقة بمعادلة شحناتها لمساعدتها على التجمع؛ إضافة – إلى ذلك – فإن الزيت – فى هذه الحالة – يكون على صورة غير محبة للماء وتميل للإلتصاق أكثر بسطوح النبات محتفظة بالمبيد الذى ينفصل عن طبقة الماء لميله للإبتلال أكثر بالزيت مما يضاعف المتخلفات وزيادة الفعالية.

من أمثلة المواد البانية للمتخلفات – إضافة كبريتات معدنية للكبريت القابل للبلل لإسراع تجمعه عقب الرش مباشرة فيزداد مقدار ثبات المتخلف الملتصق بالسطح المعامل.

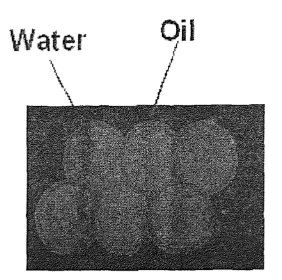
1-4-2-1. المستحلبات الزيتية: المستحلبات – نُظُم فردية وسط الإنتشار والمادة المنتشــرة ســوائل – مثل – مستحلب الزيت في الماء. يتراوح – عادة – حجم حبيبات السائل المنتشرة 0.1 – 1 ميكرون أو أكبر قليلاً. تُستَخدَم زيوت الرش عادة على صورة مستحلبات – مخاليط من الزيت والماء التى يوزع فيها الزيت توزيعاً دقيقاً كحبيبات دقيقة جداً فى الماء بفعل بعض المواد المستحلبة. تحتفظ المستحلبات بخواصها – على الأقل – حتى يتم رشها على النباتات. تعمل المواد المستحلبة Emulsifiers على منع الإنفصال. يراعى أن طبيعة وكمية المادة

المستحلبة هى التى تحدد كمية الزيت التى تحتفظ بها أجزاء النبات أو التى تتراكم على النبات وسطوح أوراقه؛ لذا – يجب أن تضبط بحيث تعطى كمية من الزيت تكفى لقتل الحشرات مع تلافى وجود أية زيادة تؤثر على القلف أو تُحدث بقعاً على الأوراق وثمار الفاكهة.

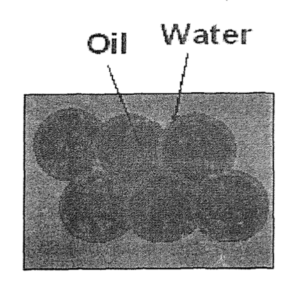
1-4-2-1-1. أنواع المستحلبات Types of Emulsions:

أ- مستحلب زيت فى ماء: الماء – وسط الإنتشار والزيت – المادة المنتشرة. وهو المطلوب في مجال التطبيقات الزراعية (شكل 1-2).

ب- مستحلب ماء فى زيت (مستحلب مقلوب Envert emulsion): الزيت – وسط الإنتشار والماء – المادة المنتشرة (شكل 1-3).



شكل (1-2) مستحلب زيت فى الماء



شكل (1-3) مستحلب مـــاء فى الزيت
مستحلب مقلوب Envert emulsion

يتم التمييز بين النوعين بالطرق التالية:

أ- يوضع قليل من المستحلب على شريحة؛ يضاف إليهـا نقطـة زيـت فـإذا إمتزجت بسرعة – دل ذلك – على أن الزيت هو وسط الإنتشار.

ب- يضاف للمستحلب نقطة من محلول صبغة تذوب فى الزيت ولاتـذوب فـى الماء؛ فإذا تلون المخلوط كان المستحلب ماء فى زيت أما إذا كان المستحلب زيـت فى ماء فإنه لايتلون.

جـ – قياس درجة التوصيل الكهربائى للمستحلب؛ فإذا كان وسط الإنتشار هـو الماء كانت درجة التوصيل عالية.

يطلق تعبير إنعكاس صورة المستحلب Reversion of emulsion على تحويـل مستحلب من نوع – زيت فى الماء – إلى مستحلب – ماء فى زيت – أو العكـس. يطلق تعبير كسر المسـتحلبات Breaking of emulsion علـى ظـاهرة إنفصـال الصورة المكونة للمستحلب إلى طبقات منفصلة واضـحة يمكـن رؤيتهـا بـالعين المجردة. يتم كسر المستحلب – إذا تجمعت دقائق المادة المنتشرة وتحولـت مـن الأبعاد الفردية إلى أبعاد أكبر حتى يتم إنفصال المواد المكونة للمستحلب إلى طبقات منفصلة مميزة.

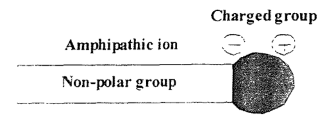
العوامل التى تؤدى إلى كسر المستحلبات:

أ- عوامل كيميائية: مثل إضافة غرويات أو اليكتروليتات – تؤدى إلى تجميـع الحبيبات الفردية بدلاً من تفرقها فى وسط الإنتشـار. نتيجـة الإضـافة – يكسـر المستحلب وتنفصل صورة المواد المكونة له إلى طبقات منفصلة. مثل عسر المـاء نتيجة وجود كاتيونات ثنائية من المغنسيوم أو الكالسيوم.

ب- عوامل طبيعية : أهمها إنخفاض درجة الحرارة أو إرتفاعها؛ كـذلك تـأثير القوة الطاردة المركزية.

1-4-2-2. المواد ذات النشـاط السـطحى Surfactants: ينقسـم التركيـب الكيميائى للمواد ذات النشاط السطحى Surfactants إلى ثلاثة مجموعات رئيسية:

أ- مواد أنيونية Anionic surfactants: تتركب مركبات هذه المجموعة – من سلسلة طويلة غير قطبية يرتبط فى نهايتها مجموعة أنيونية محبة للماء. تسـمى هذه المركبات بالمواد الأنيونية ذات النشاط السطحى لأن هذا النشاط يرجـع إلـى الأيون الأمفيبى Amphipathic ion الذى يحمل الشحنة السالبة مثل Cl^- أو So_4^{--} المتعادل مع الشحنة الموجبة.



تتواجد المواد الأنيونية ذات النشاط السطحى فى عدة أنواع؛ الأول : كبريتات الألكيل – على صورة أملاح الصوديوم. وُجِدَ أن عدد ذرات الكربون المثالى فى السلسلة الهيدروكربونية 12 ذرة، كما فى مركب كبريتات اللوريل والصوديوم Sodium lauryl sulphate (Dreft®).

$C_{12}H_{26}$-O-SO_2O^-----Na^+ Sulphated alcohol (e.g. Dreft®)

أماً الثانى: مشتقات حامض السلفونيك (السلفونات Sulphonates). تتركب من سلفونات الألكيل والصوديوم المحتوية على مجموعة عطرية كما فى مركب Sodium dodecyl benzene sulphonate (Dispersols®).

Sulphonated hydrocarbon (e.g. Despersols® $C_{12}H_{26}$-C_6H_4 -SO_2O^-----Na^+)

تحضر المواد الأنيونية ذات النشاط السطحى من الزيوت الطبيعية أو من المنتجات البترولية (أسعارها مناسبة)؛ لذا – تتبعها أغلب المنظفات الصناعية والصابون. فى المقابل – لهذه المواد عيبين أساسيين، الأول: تفاعل الأيون الأمفيبى Amphipathic ion مع الأيونات المعدنية لتكوين مركبات غير ذائبة فى الماء – عملية الذوبان أساسية للنشاط السطحى لهذه المركبات. ربما تكون الأيونات المعدنية جزءاً من مكونات المادة الفعالة للمبيد أو قد تتواجد فى الماء العسر Hard water. قد يتفاعل الأيون الأمفيبى – أيضاً – مع أيونات الأيدروجين لتكوين أحماض كما فى بعض الحالات (مثل الصابون) – يؤدى إلى إنخفاض كفاءة النشاط السطحى للمادة؛ أماً العيب الثانى: فإن أغلب الأنيونات فى المواد ذات النشاط السطحى قليلة الذوبان فى الزيوت الهيدروكربونية. وُجِدَ أن المواد ذات النشاط

السطحى المحتوية على سلسلة متفرعة – أعلى فاعلية وأكثر ثباتاً فى البيئة من المركبات ذات السلسلة المستقيمة. لذا – فإن المنظفات التى تحتوى على سلسلة متشعبة تسمى بالمنظفات القوية Hard detergents .

ب- مواد كاتيونية Cationic surfactants: تحتوى على مجموعة حاملة لشحنة موجبة فى الأيون الأمفيبى Amphipathic ion. منها – مركبات الأمنيوم الرباعية Quaternary ammonium المتجانسة مثل مركب Cetyl trimethylammonium bromide والحلقية غير المتجانسة مثل مركب Cetyl pyridinium bromide. مجموعة Cetyl ($C_{15}H_{31}CH_2$ -) المتواجدة فى هذه المركبات عبارة عن سلسلة كربونية طويلة لها صفات محبة للدهون – تؤدى إلى عمل توازن مع ذرة النيتروجين الرباعية التى تحمل شحنة موجبة محبة للماء. يُتحصل عليها من إختزال حامض البالمتيك ($C_{15}H_{31}COOH$) Pallmatic acide إلى كحول السيتايل Cetyl alcohol. فى الواقع – فإن من مميزات المواد ذات النشاط السطحى الكاتيونية – مكلفة فى بعض الاحيان عدم تفاعل الشحنة الموجبة فيها مع الكاتيونات الموجودة فى الماء أو فى تركيب المواد المتفاعلة كما أن لها فاعلية كمبيدات للفطريات أوالبكتيريا. من عيوبها – ترسيبها بواسطة أى مشتقات أنيونية .

$$C_{16}H_{32} - \overset{+}{N}(NH_3)_3 \text{ ---- } \overset{-}{Br}$$

A tetra alkylammonium salt
(Cetyl trimethylammonium bromide)

$C_{16}H_{32}$ – pyridine ring (N–H) --- $\overset{-}{Br}$

An alkylpyridinium salt
(Cetyl pyridinium bromide)

جـ- مواد غير أيونية Non-ionic surfactants: تختفى – فى هذه المركبات – المجموعات الطرفية القطبية المتأينة – بالتالى – تختفى الخواص القطبية. لذا – فهى مقاومة للماء العسر وليس لها القدرة على الإشتراك فى تفاعلات جانبية. يرجع

سبب إنتشار هذه النوعية من المركبات - فى السنوات الأخيرة - إلى أنها أكثر ذوباناً فى الهيدروكربونات ومشابهها للزيوت أكثر من المواد المنظفة الأيونية. العديد من المواد ذات النشاط السطحى غير الأيونية - عبارة عن مشتقات من Polyethylene oxide يمكن تحضيرها كما يلى:

$$RO-H + n[CH_2-CH_2]\ (O) \longrightarrow RO-[CH_2-CH_2-O]_n-H$$

أول المركبات التابعة لهذه المجموعة - سلسلة مركبات ®Tween. وُجِدَ أنه عندما تكون المجموعة "R" إستر يحتوى Sorbitol anhydride متحد مع أحماض دهنية مختلفة - تتكون سلسلة من المركبات؛ مثل مركب Tween 40 الذى يحتوى على مشابهات Polyoxyethylene sorbitan monopalmitate. تحتوى سلسلة أخرى من المركبات - سلسلة كربونية طويلة. قد تستبدل هذه السلسلة بحلقة فينولية كما فى مركبات Polyoxyethylene nonyl phenolate حيث تختلف قيمة n بإختلاف المنتجات وتعطى كل منتج خواص مميزة.

Palmitic acid

HO, O, $CH_2COOCC_{15}H_{31}$

$H-[O-CH_2-CH_2]_{n_3}-O$ ... $O-[CH_2-CH_2-O]_{n_1}-H$

$O-[CH_2-CH_2-O]_{n_2}-H$

Polyoxyethylene sorbitan monopalmitate

Branch-chain nonyl group

$$C_9H_{19}-C_6H_4-O-[CH_2-CH_2-O]_n-H$$

Polyoxyethylene nonyl phenolate

عند خلط مـــادتين – من المـــواد ذات النشـــاط السطحى غير الأيونية – تختلف قيمة *n* إختلافاً كبيراً. يؤدى هذا – إلى زيادة كفاءة هذه المخاليط حقلياً أكثر من إستخدام كل مركب على حدة. تعتمد خواص النشاط السطحى – لهذا المركب – على التوازن بين الخواص المحبة للماء **Hydrophilic** (يمكن تنظيمها بواسطة ذرات الأكسجين) والخواص المحبة للزيـــوت **Hydrophobic** (وظيفة مجمـــوعة – C_9H_{19} – كذلك التنظيم الحادث لمجاميع ـC_2H_4ـ). تحتوى بعض مستحضرات المبيدات على خليط من مادتين لهما نشاط سطحى – أحدهما – يحتوى على سلسلة متشعبة وبها شحنة أنيونية وأخرى غير أيونية؛ خلطهما – أكثر كفاءة من إستخدام كل مادة على حـــدة. تستخدم هـــذه المخاليط على أســـاس خلط أربعة أجـــزاء مـــن المـــواد غير الأيونية مع جـــزء واحـــد من المـــواد الأيونية. هناك مـــركبـــات أخـــرى مـــن **Polyoxyethylene oxide** – تستخدم كمواد مبللة **Wetting agents**. تعمل هذه المواد على تثبيت متبقى المبيد على أوراق النبات عند تبخر الماء بعد ترسب القطرات؛ فى حين – تساعد خواص المذيب على نفاذ المبيدات الجهازية. إستُخدمَت – حديثاً – مركبات من **Dimethylsilicones** كمواد ناشرة **Spreading agents**. لهذه المـــواد خـــواص رائـــعة كمـــواد مـــبللة **Wetting agents** حيث تعمل بكفاءة عالية جداً بإستخدام تركيزات صغيرة جداً منها. كما هو واضح من التركيب الكيميائى لها – تعمل ذرات الأكسجين على جذب الماء فى حين تعمل مجاميع الميثايل المزدوجة كمادة محبة للدهون.

```
CH3CH3CH3CH3CH3CH3
 \  /   \  /   \  /
  Si     Si     Si
 /  \   /  \   /  \
O    O      O      O
```

Polydimethylsilicone

1-4-2-3. ميكانيكية الإســـتحلاب **Mechanism of Emulsification**: تفتـــرض نظرية **Hildebrand** أن المواد ذات النشاط السطحى –تتكون من سلسلة هيدروكربونية

طويلة ومجموعة طرفية قطبية (سالبة أو موجبة) أو غير قطبية – محبة للماء. تتجه المجموعة المحبة للماء لتنغمس فى الماء وتنتفخ لإرتباط عدد من جزيئات الماء بها؛ فى حين – تنغمس السلسلة الهيدروكربونية فى الزيت. تفترض النظرية – أيضا – أنه إذا كان مقطع الجزء القطبى أكبر من مقطع الجزء غير القطبى – يؤدى ذلك – لتكوين مستحلب زيت فى الماء. ويصبح الماء هو وسط الإنتشار والزيت هو المادة المنتشرة – هذا مايحدث – عند إستخدام صابون الصوديوم أو البوتاسيوم.

ترتبط المجموعة القطبية – بوجه عام – بعدد كبير من جزيئات الماء فيصبح مقطعها أكبر بكثير من مقطع الجزىء فى الطرف غير القطبى حيث توجد السلسلة الهيدروكربونية فقط – شكل (1-4 أ) – تكون المجموعة القطبية المحبة للماء أكبر فى مقطعها. يندفع الماء نتيجة الحيز الأكبر الذى تشغله – ليشغل مكان وسط الإنتشار مغلفاً قطرات الزيت التى تكون المادة المنتشرة – أى يتكون مستحلب زيت فى الماء (شكل 1-4 ب).

شكل (1 – 4) آداء المواد ذات النشاط السطحى لوظيفتها فى ثبات المعلقات والمستحلبات

4-2-4-1. طرق عمل المستحلبات:

أ- إستخدام جهاز مجانسة Homogeaizer - يمرر السائلين المراد إستحلابهما - تحت ضغط عال - خلال فتحة ضيقة؛ مما يؤدى إلى تكسير السائلين أثناء مرورهما إلى حبيبات في النطاق الغروى وتضاف المادة المستحلبة كعامل مثبت للمستحلب أثناء عملية المزج.

ب ـ إستخدام طاحونة غروية ـ تمرر السوائل فى طبقة رقيقة جداً على أقراص تدار بسرعة كبيرة. يحدث ـ أثناء هذه العملية ـ خلط وتفريق للمستحلب بإضافة المادة المستحلبة.

جـ ـ إستخدام الموجات فوق الصوتية Ultrasonic waves ـ طريقة حديثة تعتمد على وضع طبق من الكوارتز فى حمام زيتى ويعرَّض الطبق لذبذبة بسرعة كبيرة باستخدام تيار متردد سريع تتناسب سرعته مع درجة الذبذبة. بذلك ـ وتحت تأثير ذبذبات هذه الموجات فوق الصوتية ـ يدور الطبق الكوارتز بسرعة ويرتفع الزيت إلى أعلى بشكل نافورة فيتجزء السائل إلى دقائق صغيرة متفرقة فى السائل الآخر فى وجود المادة المثبتة للمستحلب.

1-4-2-5. أنواع الزيوت المستخدمة:

أ- زيوت مباشرة: تستخدم مباشرة على صورة رذاذ Fine mist أو على صورة أيروسولات Aerosols أو بواسطة رشاشة ذات ضغط عالى أو تعريض الزيت مباشرة لتيار سريع قوى من الهواء حتى يخرج الزيت على هيئة جزيئات دقيقة جداً لها مظهر البخار أو الضباب.

ب- زيوت المزج فى الخزان Tank mix oils: تحضر مباشرة قبل إستخدامها بإضافة الزيت والمادة المستحلبة ومادة ناشرة كل على حده إلى الماء فى خزان الرش. يستحلب المحلول بعد التقليب الجيد والمزج الميكانيكى مع إضافة نسبة قليلة من مادة ناشرة. يلزم فى هذه الحالة – التقليب الشديد المستمر فى خزان الرش أثناء إعداد المخلوط وأثناء رشه.

جـ – مستحلبات الزيوت: تشمل معظم زيوت الرش الحديثة – التى تحضر وتُستَخدَم بحيث يكون مخلوط سائل الرش المخفف بالماء مستحلباً بدرجة ضعيفة سرعان ما ينفصل الزيت عن الماء ثم يُحتَفَظ بالزيت إختيارياً فوق سطح النبات – خاصة – النباتات التى تتميز سطوحها بطبقة شمعية. الغرض من الماء – فى هذه الحالة – نشر الزيت وتوزيعه بإنتظام فوق سطح الأشجار. بعد إتمام الرش – ينزلق

معظم المـــاء إلى الأرض - لعدم ميل السطوح المعاملة للاحتفاظ بكمـات كبيرة منه - ويســقط إلى الأرض 95 % من جملة سائل الرش. هكذا - يحتفظ السطح المعامل من الأشجار بطبقة من الزيوت المعدنية وحدها والكمية الباقية من الماء والتى لاتنزلق تتبخر بالتدريج؛ لذا تقدر كفاءة زيوت الرش من هذا النوع بمقدار قطرات الزيت المنزلقة - فكلما كانت منخفضة دل ذلك على إرتفاع كفاءة هذا النوع من زيوت الرش.

يوجد نوعان من المستحلبات الزيتية :

أ- مستحلبات زيوت مركزة Oil emulsions: بدأ إستخدام هذا النوع من الزيوت عام 1924ـ كانت تسمى المستحلبات سريعة الإنكسار ـ لتمييزها عن المستحلبات الزيتية الثابتة والتى تسمى المستحلبات القابلة للإمتزاج بالماء. مستحلبات - هذا النوع - عبارة عن سوائل أو عجائن لها شكل المايونيز Mayonnaise تحتوى على 80-90 % زيت مـــع كميـــة قليلة من المـــادة المستحلبـــة والمـــاء - مكونة Stock pre partitions. هذا المستحضر ـ سهل الإختلاط بالماء عند مزجه أثناء عملية الرش. من عيوبه - أن المواد ذات النشاط السطحى ذات تركيب يسمح بإنعكاس أو كسر صورة المستحلب بتأثير عسر الماء أو التخزين؛ لذا - يجب الإهتمام بتخزين هذه الزيوت طبقاً للقواعد التى تنظم ذلك - حيث تؤدى حرارة الشمس ودرجـــات التجمد إلى فصل مكونـــات المستحلب. أول مظاهـــر عدم الثبات - حـــدوث ظاهـــرة الـــ Creaming.

ب- زيوت معدة للإستحلاب Emulsify oils: تسمى - أيضاً - زيوت مستحلبات قابلة للإمتزاج بالماء. ظهرت بعد عشر سنوات من إستخدام الزيوت سريعة الإنكسار. حيث تذاب المادة المستحلبة Emulsifiers فى الزيت المعدنى بدون إضافة مـــاء. لذا - تتكون المستحضـــرات من 98 - 99 % زيوت بترولية - درجة كفاءتها أعلى بكثير من سابقتها. تتميز بدرجة كافية من الثبات النسبى. تصلح الزيوت القابلة للإستحلاب لتغطية سطوح النباتات بطبقة ثابتة لحد كبير من الزيوت المعدنية؛ لذا - ينتشر إستخدامها ضد الحشرات القشرية والبق الدقيقى والأكاروس. يجب أن يكون المستحلب ثابتاً ومتجانس القوام وخالياً من المواد الغريبة وأن يتحقق فيه الخواص الآتية:

- الحد الأدنى للنسبة المئوية بالوزن للزيت المعدنى لايقل عن 76 %. تقدرالنسبة المئوية للزيت المعدنى فى المستحلب المركز عن طريق وزن حوالى 10 جرام من عينة المستحلب المركز فى قنينة بابكوك ثم تخفف العينة بإضافة 10 مل من الماء الساخن. يضاف – بعد ذلك – كمية يتراوح حجمها بين 5 – 10 مل من حامض الكبريتيك (التخفيف بنسبة 1:1). توضع القنينة فى حمام مائى ساخن لمدة خمس دقائق حتى يتسنى فصل الزيت. يضاف كمية مناسبة من محلول كلوريد الصوديوم المشبع حتى ترتفع طبقة الزيت المنفصلة إلى عنق القنينة المدرج. تنقل القنينة إلى جهاز الطرد المركزى لمدة 5 دقائق على سرعة 1200 لفة فى الدقيقة حتى يتم فصل الزيت نهائياً. تترك القنينة حتى تصل درجة حرارتها إلى درجة حرارة الغرفة ويسجل حجم الزيت المنفصل – يراعى خصم نسبة كل من الفينولات والأحماض الدهنية إن وجدت.

$$\text{٪ للزيت المعدنى فى المستحلب} = \frac{\text{وزن الزيت المعدنى المنفصل}}{\text{وزن عينة المستحلب}} \times 100$$

- إختبار الفاعلية – يجب أن يكون الحد الأدنى للفاعلية 95 %. تختار حديقة معتنى بأشـــجارها – متوسطة الإرتفـــاع (3– 4 م). نسبة الإصابة بالحشرة القشرية فوق المتوسط. تقسم الأشجار – التى وقع عليها الإختيــار– إلى مجموعات بطريقة عشوائية بحيث تمثل حالة الأشجار بالحديقة. يقدر المحلول اللازم للشـــجرة الواحـــدة بحوالى 25 لتراً.

تفحص الأشجار المعالجة بعد مضى 21 يوم من العلاج لتقدير نسبة الفاعلية فى كل مجموعة. تؤخذ العينات – من الأشجار – بطريقة عشوائية – 50 ورقة / شجرة – تمثل الأجزاء المختلفة. تفحص الأوراق وتعد الحشرات الموجودة عليها – الحية أو الميتة – وتحسب النسبة المئوية للفاعلية بواسطة معادلة أبوت **Abbott** المحورة للإستخدام فى التجارب الحقلية:

$$\text{النسبة المئوية لفاعلية المبيد} = \frac{\text{نسبة الإصابة فى معاملة المقارنة} - \text{نسبة الإصابة فى المعاملة بالمبيد}}{\text{نسبة الإصابة فى معاملة المقارنة}} \times 100$$

تفحص النموات الخضرية – بعد إتمام التجربة – لتسجيل الحروق أو تساقط الأوراق أو الثمار – إن وُجِدت – مقارنة بأشجار تجربة المقارنة؛ كما يسجل تأثير المعاملة على الأعداء الحيوية بحصر أعدادها قبل وبعد المعاملة – مقارنة بتجربة المقارنة.

1-4-2-6. معدلات إستخدام المحلول للأشجار المثمرة

تقدر كمية المحلول للشجرة الواحدة بطرق مختلفة:

- **حسب عمر الشجرة : تحتاج الشجرة عمر سنة إلى لتر واحد من المحلول فى الرش الشتوى – تخفض الكمية إلى 3/2 كمية المحلول قبل أو بعد الإزهار.**
- **حسب محيط جذع الشجرة : كلما زاد طول المحيط زادت كمية المحلول اللازمة حسب الجدول التالى :**

المحيط / سم	30	40	60	80	100	110
كمية المحلول / لتر	5	10	20	30	40	40

- **حسب محيط تاج الشجرة :**

حجم محلول الرش باللتر – فى حالة الرش أثناء فترات النمو المختلفة

= قطرالتاج (م) × إرتفاع التاج (م) × 0.3

أما فى حالة الرش الشتوى يستبدل – فى المعادلة الرقم 0.3 برقم 0.5.

عموماً – يمكن إعتبار معدل محلول الرش الشتوى هو:

2500 لتر/هـــكتارـــ فى حالة إستخدام الرشاشات الهيدروليكية

1200 لتر/هكتار فى حالة إستخدام طريقة الرش بالحجم المنخفض Low volume.

الجدير بالذكر – يتساقط فى الرش الشتوى حوالى 90 % من كمية محلول الرش

على الأرض ويتبقى 10 % من الماء تحتوى على 85-90 % من كمية الزيت فى المحلول.

1-5. إستخدام الزيوت البترولية فى مكافحة الحشائش

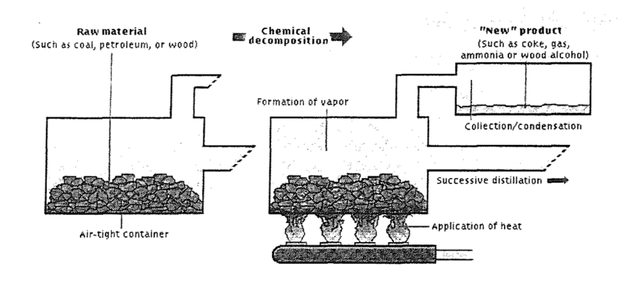
يُعزى تأثير الزيوت على نباتات الحشائش إلى زيادة الطبقات الدهنية فى الخلايا - نتيجة تخلل الزيت لطبقة الكيوتيكل والثغور التنفسية مما يؤدى إلى خروج العصارة الخلوية - بالتالى - موت هذه الخلايا. كما يُستخدم فى أغراض أخرى - مثل - تأخير عملية التزهير وتخفيف حِمل الأشجار - فى المحاصيل البستانية .

1-6. زيوت قطرانية Tar oils

تُنتجَ من التقطـــير الإتلافى للفحم الحجـــرى أو الخشب، حيث ينتج القطـــران والكريزوت من الفحم الحجـــرى. ينتج القطـــران - فقط - من الخشب. يستخدم القطران فى معاملة أجسام الحيوانات لوقايتها من بعض الطفيليات - أيضاً - لوقاية الأخشاب من الأرضة (النمل الأبيض). أما الكريزوت فيستخدم - فقط - فى معاملة الأخشاب وأساسات المساكن الخشبية لوقايتها من الأرضة.

1-6-1. التقطير الإتلافى (الإنحلال الحرارى) :

الإنحلال الحرارى هى عملية حرق جزئى للمحتوى العضوى للمواد الصلبة بمعزل عن الهواء باستخدام مصدر حرارى خارجى فتنفصل هذه المكونات العضوية بواسطة مجموعة من عمليات التكسير الحرارية والتفاعلات التكثيفية إلى غازات و سوائل و مواد صلبة. تستخدم عملية الانحلال الحرارى فى الصناعة لانتاج الفحم من الخشب، فحم الكوك و غاز فحم الكوك من الفحم الحجرى، والقطران من البترول الثـــقيل. إلا أن هذه التقنية لم تلاقى نجاحا كبيراً في معالجة النفايات الصلبة بسبب التكاليف العالية المتعلقة باستخدام مصدر حرارى خارجي لإتمام عملية التكسير الحرارى، و مشاكل تشغيل أنظمة الحرق الإتلافى علاوة على طبيعة العملية المعقدة.



شكل (1-5): خطوات حدوث التقطير الإتلافى.

1-7. زيوت نباتية Plant oils (زيوت أساسية Essential oils)

تكون على صورة زيوت طيارة Volatile oils أو زيوت عطرية Aromatic oils. تتطاير على درجة حرارة الغرفة دون أن تتحلل. قد تسمى بالزيوت الإثيرية Etheral oils لذوبانها فى الإثير. تتكون فى النباتات أثناء عمليات التحول الغذائى كناتج ثانوى - حيث تتجمع فى تركيبات وعائية خاصة - مثل - الغدد الزيتية Oil glands أو الشعيرات الغدية Glandular hairs أو القنوات الزيتية. قد تتواجد فى أكثر من جزء من النبات أو قد تتركز فى الأزهار - مثل الورد والياسمين - أو الأوراق - مثل النعناع - أو القلف - مثل القرفة - أو الثمار - مثل القرنفل - أو قشر الثمار - مثل البرتقال. قد تتكون من مكون كيميائى واحد أو أكثر.

1-7-1. طرق إستخلاص الزيوت

1-7-1-1. الإستخلاص بالتقطير:

أ- التقطيرالمائى Water distillation: تسخن الأجزاء النباتية فى الماء. يراعى عدم زيادة درجة الحرارة عن 100 °م حتى لاتتحلل المواد الفعالة. يستقبل البخار المتصاعد فى أنابيب التكثيف.

ب – التقطير بالبخار Steam distillation: توضع الأجزاء النباتية على شبكة تسمح لبخار الماء بتخللها مما يسمح بإستخلاص الزيت وحمله إلى أنابيب التكثيف .

ج – التقطير بالماء والبخار Water steam distillation: توضع الأجزاء النباتية - خاصة الحبوب والسوق – على شبكة يكون مستوى الماء تحتها مباشرة دون غمر. تتصاعد الأبخرة – عند غليان الماء – تحمل الزيت إلى أنابيب التكثيف.

1-7-1-2. الإستخلاص بالمذيبات Solvent extraction: قد تكون المذيبات المستخدمة فى الإستخلاص متطايرة – مثل البتروليم إيثير أوالهكسان أوالبنزين – حيث يتم خلط العينة بالمذيب لفترات مناسبة مع التقليب؛ وقد تكون غير متطايرة – مثل زيت الزيتون – الذى يتم خلطه مع العينة فى طبقات متبادلة ثم الإستخلاص بالكحول المطلق.

1-7-1-3. الإستخلاص بالوخز Scarification extraction: تُستخـــدم فى حالة الزيوت الموجودة سطحياً فى القشرة – فى الغدد الزيتية. تتم عملية الوخز بواسطة الضغط بفوطة إسفنج خشنة مبللة على السطح حيث يمتص الإسفنج قطرات الزيت من السطح – أو عن طريق الوخز الآلى بوضع الثمار فى أوعية مزودة بنتوءات حادة تؤدى إلى إتلاف الغدد وخروج الزيت الذى يتم جمعه وفصله عن الماء.

1-7-2. التركيب الكيميائى للزيوت الطيارة

تتركب الزيوت الطيارة من مكونين رئيسيين :

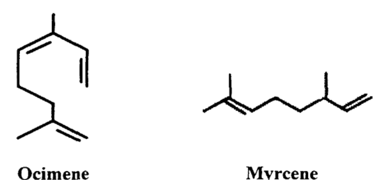
- جـــزء سائل Oleoptenes: يتركب من مواد هيدروكـــربونية Hydrocarbons – عبارة عن تربينات تتكون من وحـــدات الأيزوبرين (Isoprene (C5H8، تتجمع مع بعضها إما على صورة مركبات أليفاتية أو مركبات حلقية عطرية.
- جـــزء صلب Stearoptenes: يشمل المواد الصلبة المنتشرة فى الجزء السائل. تتكون من المشتقات الأكسجينية للمواد الهيدروكربونية والمكونة للجزء السائل وهى المسببة لطعم ورائحة هذه الزيوت.

تقسم الزيوت كيميائياً إلى:

1-7-2-1. مكونات تربينية Terpenoids: تُعرَف بالتربينات الهيدروجينية وتتكون من وحدات Isoprene(C_5H_8) - منها :

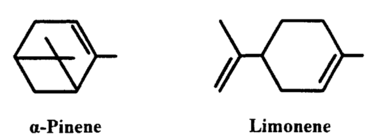
1-7-2-1-1. تربينات أحادية Monoterpenoids: تتكون من وحدتين Isoprene. تمثل أغلب مكونات الزيوت الطيارة والتى يمكن أن تكون على صورة:

أ- تربينات أحادية مفتوحة السلسلة Acyclic monoterpenoids: مركبات أليفاتية غير مشبعة، قد تحتوى على رابطتين مزدوجتين - مثل مركب Myrcene الموجود فى زيت حشيشة الدينار - أو ثلاثة روابط مزدوجة كما فى مركب Ocimene الموجود فى زيت الريحان.



Ocimene Myrcene

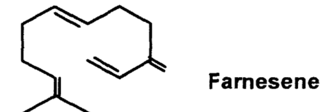
ب- تربينات أحادية تحتوى على حلقة واحدة أو أكثر Cyclic monoterpenoids: مثل مركب الليمونين Limonene فى زيت الموالح والشبت الذى يستخدم كمبيد لطفيليات الحيوانات الأليفة الخارجية - ومركب α-Pinene الموجود فى زيت الصنوبر تُستخدَم - هذه الزيوت - كمواد طاردة وقاتلة للحشرات؛ كما يُستخدَم زيت الصنوبر فى معاملة حيوانات المزرعة للوقاية من الطفيليات الحشرية. يمكن إستخدامه مخلوطاً مع البيرثرين لرش الحدائق.



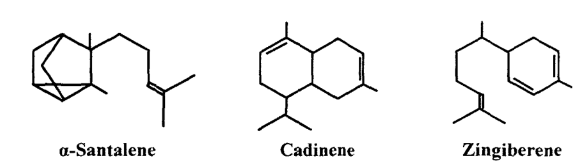
α-Pinene Limonene

1-7-2-1-2. سيسكوتربينات Sesquiterpenoids : تتكون من 3 وحدات Isoprene - تنقسم إلى:

أ. سيسكوتربينات غير حلقية Acyclic sesquiterpenoids: لاتحتوى على حلقات، بها روابط زوجية - مثل مركب Farnesene.



ب - سيسكوتربينات حلقية Cyclic sesquiterpenoids: قد تحتوى على حلقة واحدة - مثل مادة Zingiberene الموجودة فى زيت الجنزبيل Ginger oil أو حلقتين - مثل مادة Cadinene الموجودة فى زيت حشيشة الليمون أو ثلاثة حلقات - مثل مركب α-Santalene.



1-7-2-2. مركبات أكسيجينية Oxygenated compounds: المشتقات الأكسجينية فى مكون الزيت - المسئولة عن الطعم والرائحة الخاصة . يرجع إليها الفعل الفسيولوجى للزيت - تقسم إلى:

1-7-2-2-1. كحولات Alcohols:

أ– كحولات أليفاتية Aliphatic alcohols : مثل كحول Citronellol الموجود فى زيوت كل من السترونيلا. يحضر من تقطير الأوراق الجافة لحشيشة *Cympopgon sp* – رمزه الجزيئى $C_9H_{17}OH$. يُستَخدَم كمادة طاردة للبعوض.

وكحول Geraniol الموجود فى زيوت الورد وشيح البابونج Chamomil.

Geraniol　　　　Citronellol

ب- كحولات عطرية Aromatic alcohols: مثل كحول Benzyl

CH_2OH

Benzyl alcohol

جـ - تربينات كحولية Terpenic alcohols: تتكون من وحدتين أو أكثر من وحدات Isoprene – مثل كحول Terpeneol الموجود فى نبات حصى اللبان وكحول Menthol الموجود فى النعناع الفلفلى.

Menthol　　　　α-terpeneol

د- سيسكوتربينات كحولية Sesquiterpene alcohols: مثل كحـــول α–Santalol.

CH_2OH

α-santalol

1-7-2-2-2. مركبات إستراتية Esters: المكوِّن المسئول عن رائحة ونكهة الزيت – منها:

أ- إسترات أحماض أليفاتية Aliphatic acid esters: مثل مركب Methyl benzoate

Methyl benzoate

ب- إسترات نيتروجينية Nitrogenic esters: مثل مركب Methyl anthanilate.

Methyl anthanilate

1-7-2-2-3. مركبات ألدهيدية Aldehydes: مركبات غير ثابتة، تتأكسد بفعل الهواء إلى الأحماض المقابلة. قد تكون على صورة تربينات ألدهيدية غير حلقية – مثل مركبى Citronellal و Citral الموجودين فى حشيشة الليمون؛ أوتربينات ألدهيدية حلقية – مثل مركبات Cuminal و Phellandral. أو ألدهيدات عطرية مثل مركب Benzaldehyde فى زيت اللوز المر ومركب Vaniline فى نبات الفانيليا.

Cuminal　　Citral　　Citronellal

Vaniline　　Benzaldehyde　　Phellandral

1-7-2-2-4. مركبات كيتونية Ketons

أ- مـــركبـــات كيتـــونية أليفـــاتيـــة Aliphatic ketons: مثل مـــركب Methyl heptenone الموجود فى حشيشة الليمون.

ب- مركبـــات كيتونية عطـــرية Aromatic ketons: مثـــل مركـــب Acetophenone.

جـ- مركبات كيتونية تربينية أحادية الحلقة Monocyclic terpene ketons: مثل مركبات Menthone و Isomenthone .

د- مركبات كيتونية تربينية ثنائية الحلقة Dicyclic terpene ketons: مثل مركب Camphor. يحضر من تقطير أوراق وخشب الكافور، رمزه الجزيئى $C_{10}H_{16}O$. يُستخدَم كمذيب لبعض المبيدات. يُستخدَم - أيضاً - كمادة طاردة للحشرات، كما تقتل أبخرته جميع أطوار فراشة الملابس ومركب Thuione.

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$$

Acetophenon　　Methyl heptenone

Thuione　　Camphor　　Isomenthone　　Menthone

1-7-2-2-5. مركبات فينولية Phenols : مثل مركب Thymol.

Thymol

1-8. المستخلصات النباتية كبديل للمبيدات الكيميائية لمكافحة الأمراض النباتية

يفضل إستخدام بدائل للمبيدات الكيميائية مثل المستخلصات النباتية (النباتات الطبية والعطرية والنباتات البرية) – فى حماية مختلف المحاصيل الحقلية والبستانية من الأمراض التى تسببها الكائنات الفطرية والبكتيرية و الفيروسية والنيماتودية التى تتسبب فى خسائر كبيرة؛ وتقليل الفاقد الناتج عن الإصابة سواء أثناء موسم الزراعة أو فى مرحلة ما بعد الحصاد وذلك لمواكبة الإتجاهات الحديثة فى مكافحة الأمراض.

يؤثر إستخدام المبيدات الكيميائية فى مكافحة الآفات – تأثيرا شديدا على الأعداء الحيوية للآفات وطوائف نحل العسل – خاصة – عند الإستخدام المباشر لهذه المبيدات. إستخدام مساحيق المبيدات تعفيرا – أشد ضررا من إستخدامها على صورة محاليل رش لصعوبة التحكم فى المساحيق عند تعفيرها – خاصة – أثناء موسم التزهير؛ كما – يسبب إستخدام المبيدات على نطاق واسع – تلوث للبيئة، وحدوث أضرار فى الصحة العامة للإنسان والحيوان.

إضافة إلى ذلك – أصبح العديد من المبيدات عديمة الفاعلية فى مكافحة مسببات الأمراض النباتية – لنشوء صفة المقاومة فى هذه المسببات. إهتمت منظمة الأغذية والزراعة (FAO) بإصدار كتيبات ترفع درجة الأمان عند إستخدام المبيدات؛ لذا –

فمن المفيد وضع برامج تدريب تهدف إلى تقليل الأثر الضار لمسببات الأمراض النباتية وتقليل تلوث البيئ .

تدخل النباتات الطبية والعطرية فى صناعة الأدوية والعقاقير الطبية لعلاج كثير من الأمراض. تُستَخدَم - أيضاً - مستحضرات طبية كمنبهات ومطهرات ومقويات ومسكنات ومراهم علاجية أو لخفض ضغط الدم وغير ذلك من الإستخدامات الطبية . كما تُستَخدَم فى تصنيع مستحضرات التجميل وصناعة المنظفات والصابون والشامبو ويستخرج منها الزيوت العطرية الهامة التى تدخل فى صناعة أرقى أنواع العطور العالمية. من الإستخدامات الهامة للنباتات الطبية والعطرية - إستخدامها كتوابل وبهارات تدخل فى الأطعمة والمأكولات المختلفة؛ كما تدخل فى الصناعات الغذائية وحفظ المعلبات والحلوى والمشروبات الغازية وغيرها. تُستَخدَم هذه النباتات كمكسبات للطعم والرائحة وحفظ الأغذية ويستخرج منها أرقى أنواع الزيوت النباتية الثابتة ذات الإستخدامات المختلفة مثل زيت الخروع وزيت الجوجوبا.

من أهم إستخدامات النباتات الطبية والعطرية - إستخدامها كمبيدات حشرات طبيعية لقتل أو طرد الحشرات مثل مستخلصات شجرة النيم. تستخدم - أيضاً - فى مكافحة الفطريات والبكتريا الضارة بالنباتات والإنسان و الحيوان بصورة طبيعية غير ضارة بالبيئة. يتضح مما سبق - أهمية مستخلصات النباتات كبديل آمن لمكافحة الأمراض النباتية للمبيدات الكيميائية.

مصر من البلاد الغنية بالنباتات الطبية والعطرية والنباتات البرية - نظراً لتنوع مناخها المناسب لنمو هذه النباتات النادرة والهامة والتى تعتبر مصدراً هائلاً للثروة. سُجِل أكثر من 350 نوع نباتى ذو إستخدام طبى أو عطرى. يوجد - أيضاً - فى سيناء العديد من النباتات الطبية والعطرية التى تنمو بصورة برية لها فوائد علاجية طبية. تحتوى النباتات الطبية والعطرية على الزيوت الطيارة والجليكوسيدات التى تلعب دوراً هاماً فى فاعلية هذه النباتات.

من النباتات الطبية والعطرية الشائعة فى مصر - الريحان، النعناع البلدى،

النعناع الفلفلى، حشيشة الليمون، الثوم، الشطة السودانى، الزعتر وغيرها. من النباتات الطبية والعطرية ماتنمو كنباتات زينة أو بصورة برية مثل اللانتانا والدفلة والخطمية والكافور والداتورا. يمكن إستخدام مستخلصات هذه النباتات فى مكافحة العديد من الأمراض النباتية – على صورة مستخلصات مائية أو كحولية أو كمساحيق – وكمعاملة للبذور قبل الزراعة أو التخزين؛ أو تستخدم فى معاملة المجموع الجذرى أو رشا على المجموع الخضرى سواء قبل أو بعد الإصابة.

1-8-1. أهمية بعض المستخلصات النباتية فى مكافحة الأمراض النباتية

1-8-1-1. مستخلص اللانتانا:

يُـزرَع نبـات اللانتـانا – نبات شجيـرى – فى مصـر كنبـات زينـة. الجـزء المستخـدم مـن النبات هو الأوراق والأزهـار. يحتـوى نبات اللانتانا على مـواد فينولية مثل – Pentacylic، Tritrerpenoids و Flavoniod – تلعب دوراً هاماً كمضادات للميكروبات التى تسبب العديد من الأمراض النباتية. يستخدم النبات على صورة مستخلص مائى أو كحولى أو على صورة مسحوق لمعاملة البذور أو درنات البطاطـس كتعفيـر قبل التخـزين. مستخلص اللانتـانـا فعـال ضـد فطر *Fusarium oxysporum* الذى يسبب مـرض الذبول فى الحلبة. يثبيط – أيضـاً – النمـو الميسليومى للفطر *Aspergillus sydowii* فى البذور المخزونة. كما تلعب اللانتانا دور هـاماً فى مكافحة مـرض العفن الطرى المتسبب عن بكتريا *Erwinia carotovora* فى درنات البطاطس المخزونة. يثبط المستخلص – أيضاً – نمو جراثيم الفطر *Alternaria spp* الذى يسبب التبقعات للعديد من النباتات . يستخدم مستخلص نبات اللانتانا لمكافحة أمراض أعفان الثمار فى الطماطم المتسبب عن الفطر *Aspergillus niger*. المستخلص فعال – أيضـاً – ضـد المسببـات الفطـرية الآتيـة : *Botryodiplodia theobromae*، *Fusarium Oxysporum*، *Aspergillus flavus* – كما يكافح أمراض العفن الطرى فى الثمار المتسبب عن الفطريات *Fusarium scirpi*، *Helminthosporium spiciferum* – بالعمل على خفض النمو

الميسليومى الفطرى – مما يؤدى إلى تقليل الإصابة. يقلل معاملة الثمار قبل الإصابة من إنتشار وإمتداد الإصابة الفطرية. للمستخلص تأثير على نيماتودا تعقد الجذور كما يمنع كذلك نمو الحشائش المائية.

1-8-1-2. مستخلص الكافور:

تنمو وتنتشر أشجار الكافور Eucalyptus فى مصر كأشجار ظل على شواطىء القنوات المائية. تحتوى أوراق الكافورعلى نسبة 1,5 إلى 3,5 % زيوت طيارة – يمثل مركب السينول حوالى 54 إلى 95 % منها. تختلف كمية الزيوت حسب عمر الأوراق. المستخلص الناتج – غنى بمركبات Flavonoids و Triterpenes. تستخلص المواد الفعالة من أوراق الكافور إما بالنقع فى الماء الساخن لمدة 10 دقائق أو بإستخدام المذيبات كخليط الإيثيل أسيتيت والهكسان. يستخدم مستخلص الكافور ضد البكتريا السالبة لصبغة جـرام. يقلل إضـافة مسحوق الأوراق أو مستخلصـاتها إلى التربة المصابة بفطريات *R. solani* أو *F. solani* – المسببة لأمراض أعفان الجذور – النمو الميسليومى ونسبة إنبات الجراثيم.

1-8-1-3. مستخلص حشيشة الليمون:

تنتشر حشيشة الليمون Lemon grass فى مصر بصورة واسعة. الأوراق هى الجزء المستخدم من هذا النبات. تحتوى حشيشة الليمون على زيت طيار يشمل مادة ستر ال كمادة فعالة. يثبط الزيت الطيـار لحشيشة الليمون نمو الكثير من الفطـريات – مثل – *Macrophomina phasoli*، *P. chrysogenum*، *A. fumigates* و *A. flavus* والبكتريا – مثل – *Escherichia coli*، *Staphylococcus aureus*، *Bacillus subtillis*، *Pseudomonas aeruginosa* و *P. fluorescens*.

توجـد Tannins، Alkaloids و Glycosides فى مسحـوق حشيشة الليـمون والتى تلعب دوراً هاماً فى منع التأثير الضار للميكروبات؛ لذا – يقلل معاملة اللوبيا والذرة بمسحوق حشيشة الليمون قبل التخزين – التأثير الضـار للميكروبات السابق ذكرها دون التأثير على حيوية البذور مما يؤدى إلى إطالة فترة التخزين. يثبط –

ايضاً – مستخلص حشيشة الليمون نمـــو الفطـــريات – *Ustilago maydis*، *Rhizopus sp.* و*Curvularia luntat* virens *Ustilaginoidea* . إستخدم مستخلص حشيشة الليمون – أيضاً – فى مكافحة الأمـــراض النباتية الناتجة عن الإصـــابة بالفطـــريات *Rhizoctonia solani* و *Botrytis cinerea*.

1-8-1-4. مستخلص الداتورا:

نبات الداتورا نبات طبى يحتوى على مواد هيوسيامين وأتروبين وسكوبولامين. يستخدم كمسكن للآلم ومخدر ومنوم . يوجد النبات بصورة برية كما يمكن زراعته كمحصـــول صيفى فى الوجـــه البحـــرى أو كمحصول شتوى فى الوجه القبلى. يستخدم مستخلص الداتورا فى مكافـــحة المسببـــات المرضية *A.flavus*، *B.theobromae* و *F.oxysporum* – يُستَخدَم – أيضاً – بنجاح فى مكافحة مسبب العفن الطرى فى البطاطس سواء كمعاملة للدرنات المستخدمة كتقاوى قبل الزراعة أو قبل تخزين الدرنـــات (معاملة للدرنات) لإطالة فترة التخزين و الإستخدام. تخفض – المعاملة بالمستخلص – من إنتشار مرض العفـــن الطـــرى الفطـــرى المتسبب عن الفطر *Fusarium scirpi* فى ثمار الفاكهة .

1-8-1-5. مستخلص الدفلة:

نبات الدفلة Nerium محصول طبى هام – يزرع فى مصر فى الربيع أو الخريف – كنبات زينة – عن طريق البذور أو الإكثار عن طريق الخلفات. تحتوى الأوراق على مركبات نبريين ونيريانثين والباندرين. يصـــنع منه الأدوية التى تعمل على تقوية عضلات القلب. تستخدم مستخلصات النبات فى تثبيط ميسليوم وإنبات الجراثيم لكثير من الفطريات – مثل – *Alternaria alternata*، *Cochliobolus lunatus*، *Rhizopus stolonifer*، *Aspergillus flavus* و *F.monilliforme* – الملوثة للبذور. تستخلص المواد الفعالة بالماء الدافىء والمذيبات الكحولية .

1-8-1-6. مستخلص النيم:

شجرة النيم Neem نبات طارد للحشرات. إنتشرت حديثاً فى مصـــر. تستخـــدم

مستخلصاتها لمكافحة الحشرات والأمراض النباتية الناتجة عن الفطر *Fusarium* spp.، *A. flavus* و*B. theobromae* . يثبط مستخلص النيم – النمو الميسليومى ويقلل نسبة إنبات الجراثيم لفطريات – *A. alternata*، *A. flavus*، *R. stolonifer*، *F. moniforme* و *C. lunatus* – فى الحبوب المخزونة وفى ثمار الكمثرى المخزونة. يخفض مستخلص النييم وبائية الفطريات المحمولة على البذور – مثل – الفاصوليا مع زيادة نسبة الإنبات وزيادة نسبة البادرات غير المصابة. يوضح – ذلك – إنه بالإضافة إلى إن مستخلص النيم آمن بالنسبة للبيئة فإنه يحمى البذور المعاملة به ضد الإصابة بالفطريات مما يؤدى إلى زيادة الانتاج .

1-8-1-7. مستخلص الخلة البلدى:

تزرع الخلة البلدى Visnaga فى مصر كمحصول شتوى فى شهرى أكتوبر ونوفمبر. تحتوى الثمار على مواد – Khellin، Visngin و Coumar. يثبط المستخلص النمو الميسليومى للفطر *A. flavus* ويمنع تكوين الأفلاتوكسين الناتجة من الفطر. يستخدم المستخلص المائى والكحولى للخلة كمضادات لفيروس موزايك الطماطم.

1-8-1-8. مستخلص الريحان:

نبات عشبى شائع الزارعة فى مصر. تحتوى الأوراق – الجزء المستخدم من هذا النبات – على زيت طيار به مواد الكافور واللينالول. يستخدم كطارد للغازات – كما يستخدم فى صناعة العطور. تستخدم المستخلصات المائية والكحولية للريحان لمكافحة مسببات الأمراض النباتية مثل الفطريات *A.alternata* و *Curvularia tuberculata*. يثبط المستخلص النمو الميسليومى وإنبات الجراثيم للفطر *F.oxysporum* – الذى يسبب مرض الذبول فى الحلبة. يعمل – أيضاً – كمضاد لنمو العديد من الفطريات المحملة على البذور– مثل – *A.flavus*، *A.niger* و *F.moniliforme*.

1-8-1-9. مستخلص النعناع الفلفلى:

نبات عشبى شائع الزرعة فى مصر. يتركز الزيت الطيار للنعناع الفلفلى فى

الأوراق والقمم الزهرية. يحتوى على المنثول والبيثين والتـانين؛ كما يحتوى على زيت طيار به الكارفون والليمونين والبيثين. يؤثر مستخلص النعناع الفلفلى على نمو فطـر *Aspergillus nidulans* وبكتـريا *E. coli*. تستـخدم – أيضـاً – ضـد فطـر *R. solani* المسبب لمرض اللفحة فى الأرز.

1-8-1-10. مستخلص السنط العربى:

شجرة موطنها الأصلى الجزيرة العربية والهند وأفريقيا وهى موجودة فى مصر. أشجار متوسطة الحجم وسريعة النمو ومستديمة الخضرة يصل إرتفاعها حتى 8 أمتار. الأزهار صفراء تظهر فى الربيع والصيف. الثمرة قرنية وتقاوم الجفاف وتنمو فى الأراضى الرملية والملحية – يصنع منها بعض الأدوية البيطرية وعلف الماشية. يستخدم مسحوق ثمارها فى دباغة الجلود – لما – تحتويه من مواد تانينية تعمل كمضادات للميكروبات المصاحبة لهذه الصناعة. يثبط مستخلص أزهار أشجار السنط إنبات الجراثيم ونمو أنبوبة الإنبات للفطر *A.solani* المسبب للعديد من الأمراض النباتية. يثبط المستخلص المائى – النمو الميسليومى وإنبات الجراثيم للفطريات *Colletotrichum*، *Alternaria*، *Aspergillus*، *Fusarium*، *Drechslera* و *Curvularia* – التى تسبب العفن فى المنتجات الزراعية فى مرحلة ما بعد الحصاد.

1-8-1-11. مستخلص الشطة السودانى:

تزرع فى مصر على نطاق واسعة للحصول على الثمار. تحتوى الثمار على مادة الكابسياسين ومواد راتنجية هامة من الناحية الطبية، تقوى جدار المعدة وتزيل الآلام الروماتزمية. يكافح المستخلص المائى لثمار نبات الشطة العديد من مسببات الأمراض على المجموع الخضرى. كما يوقف إنتشار فيروس موزايك الخيار وفيروس التبقع الحلقى فى الخيار.

1-8-1-12. مستخلص الثوم:

يكافح مستخلص الثوم Garlic العديد من مسببات الأمراض النباتية البكترية والفطرية – خاصة – التى تصيب المجموع الخضرى – مثل *Pseudomanas*

Pseudopernosporn ،*Puricularia oryzae* ،*Xanthomonas sp.*، *phaseclica cubnusis* و *Monilia fructucola*.

1-9. زيوت الأسماك Fish oils

تصنف كيميائياً - مثل الزيوت النباتية - سلاسل هيدروكربونية طويلة تتضمن بعض الأحماض الدهنية والكحولات والجليسريدات Glycerides والإستيرولات Sterols. يتم الحصول على زيت السمك من خلال صناعات السمك التحويلية. يستخدم كمادة طاردة للحيوانات الضارة - مثل الأرانب Rabbits وحيوان الدير Deer - من حقول المحاصيل الحقلية والمتنزهات. يستخدم - أيضاً - فى تحضير بعض مستحضرات المبيدات العضوية الأخرى - مثل - مستحضر Organicide الذى يتكون من زيت Sesame كمادة فعالة بنسبة 5 % - إضافى إلى زيت السمك بنسبة 92 % ومادة Lecithin بنسبة 3 %. يستخدم المستحضر فى مكافحة جميع أطوار الحشرات ذات الأجسام الغضة. المركب فعال - أيضاً - كمبيد للفطريات.

1-10. التأثيرات الجانبية للزيوت على النباتات المعاملة

قد يتسبب رش الأشجار بالزيوت - خاصة - البترولية فى حدوث بعض الأضرار لهذه الأشجار، منها ماهو حاد وسريع التأثير يترتب عنه إتلاف الأنسجة الملامسة للزيت - خاصة - عند إرتفاع درجات الحرارة وزيادة نسبة الرطوبة وزيادة كمية الزيت المستقرة على سطح النباتات . لتقليل هذه الأضرار بقدر الإمكان - يمكن إتباع مايلى :

أ - يستخدم الحد الأدنى من تركيــزات الزيــوت بما لايخل بعملية المكافحة - حــوالى 1 % حجم/حجم.

ب - لاتتم المعاملة بالزيوت عند إرتفاع درجات الحرارة عن 80 ° ف.

جـ - عدم إستخدام القطرات كبيرة الحجم .

د - ضمان التقليب الجيد للمستحضر فى تنك الرش لضمان إستحلاب كمية النفط بالكامل.

منها ما قد يحدث بعد فترة من المعاملة مثل التأثير على الأنسجة النامية. قد يتخلل الزيت المسافات البينية بين الخلايا ويمنعها من القيام ببعض الوظائف الحيوية مثل التنفس والتمثيل الضوئى. أدى رش بعض الزيوت النباتية على كرمات العنب – 5 رشات – لمكافحة مرض البياض الدقيقى إلى خفض مستوى السكر فى المحصول.

11-1. التأثيرات على البيئة Effect on the environment

أ – تتبخر الزيوت الخفيفة بسرعة. غير معروف تأثيراتها البيئية على وجه الدقة.

ب – تلوث كل من التربة والمياه الجوفية ليست مصدر للقلق – لإحتمال تحللها بسرعة بواسطة الكائنات الحية الدقيقة.

جـ – من غير المحتمل – حدوث تأثيرات على الحشرات النافعة والحياة البرية.

د – قد تقتل بعض الأكاروسات المفترسة – مما يؤدى إلى زيادة أعداد الأكاروسات الضارة .

الفصل الثانى

2 – مبيدات حشرات مشتقة من النباتات

Botanical Insecticides

2-1. مقدمة

تسبب الحشرات أضراراً بالغة للمحاصيل الزراعية – يستوجب مكافحتها والقضاء عليها. المبيدات الكيميائية – رغم مساوئها – وسيلة سريعة للمكافحة. العديد – من هذه المبيدات – سام بدرجة عالية. تؤثر على صحة الإنسان والحيوان والبيئة؛ كما تقضى على الأعداء الحيوية للحشرات والآفات؛ لذا – إتجه العالم – اليوم – إلى إستخدام المبيدات الطبيعية غير الضارة بالبيئة سواء المستخرجة من أصل نباتى أو مواد منظمة لنمو الحشرات – مثل – مانعات الإنسلاخ والتطور أو مانعات التغذية أو الفيرومونات الجنسية – التى ليس لها آثار ضارة على الصحة والبيئة. قد لا يقتل هذا النوع من المبيدات الآفة مباشرة بعد الإستخدام، لكنها – تقلل أعدادها إلى الحد الذى بموجبه لا يُسبب ضرراً إقتصادياً. تكمُن مشكلة المبيدات الطبيعية – فى طريقة تطبيقها، وإستيعاب طريقة عملها والآلية التى بموجبها تقضى على الآفات. هذه النوعية من المركبات – هى مركبات المستقبل، حيث تعتمد جميع دول العالم المتقدم على المبيدات الطبيعية نظراً لحرصهم على غذائهم وحياتهم.

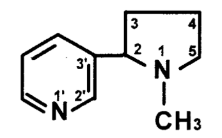
مجموعة مبيدات الحشرات – ذات الأصل النباتى – ذات فائدة عظيمة لأنها مركبات طبيعية مستخلصة من النباتات. هذه المجموعة – من أقدم مجاميع المبيدات إستخداماً بإستثناء مركب الكبريت. إستُخدمَت على نطاق واسع فى فترة ماقبل التطور فى مجال مبيدات الحشرات العضوية المصنعة. يتحصل عليها بتجفيف الأجزاء النباتية المختلفة مثل الأزهار والثمار والأوراق والجذور، المحتوية على المادة الفعالة وطحنها وإستخدامها على صورة مسحوق؛ أو يتم إستخلاص المادة الفعالة السامة بواسطة المذيبات. من أهم المبيدات المتحصل عليها من النباتات – نيكوتين Nicotine، بيرثرينات Pyrethrins، روتينون Rotenone، سابادیلا Sabadilla، ريانيا Riania، ليمونين Limonene وأزاديراكتين Azadirachtin.

هذه المجموعة من المركبات ليست – دائماً – مأمونة الإستخدام؛ ولأغلب مركباتها نفس درجة خطورة مبيدات الحشرات المصنعة. تكاليف إستخلاص هذه المركبات – فى أغلب الأحيان – مرتفعة؛ الإتجاه ناحية إمكانية تصنيعها بتكلفة معقولة – هو المفضل والمقبول . نجد – حالياً – أن التقدم الحادث فى مجال تحضير البيرثرينات الصناعية قد فاق أهمية البيرثرينات المستخلصة من النباتات.

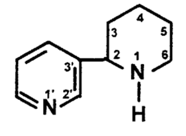
2-2. نيكوتين Nicotine:

عُرِفَ نبات الدخان كمبيد للحشرات عام 1690 ميلادية، إستُخدِمَ المستخلص المائى – لهذه النباتات – كمادة قاتلة للحشرات الثاقبة الماصة على نباتات الحدائق. عُرِفَ – عام 1890 – أن مادة النيكوتين هى المادة الفعالة الرئيسية فى هذا المستخلص؛ بالإضافة إلى بعض أشباه القلويات – القلويدات Alkaloids – الأخرى الأقل أهمية مثل مادة الأناباسين Anabasine. عُرِفَت – منذ ذلك الوقت – مادة النيكوتين كمبيد للحشرات. عُزِل النيكوتين من 18 نوعاً من نباتات الدخان التابعة للعائلة الباذنجانية *Solonaceae*. من أهم هذه الأنواع؛ النوع *Nicotiana rustica* – يحتوى على 18 % من مادة النيكوتين والنوع *Nicotiana tabacum* – يحتوى على 6 %. تُستَخلص مادة النيكوتين من النوع الأول .

النيكوتين – مادة من أشباه القلويات، لها تركيب حلقى غير متجانس يحتوى على النيتروجين. من خواصها؛ أنها توجد على هيئة سائل زيتى عديم اللون، له طعم لاذع – غالباً – عديمة الرائحة.



NICOTINE
L.1-methyl-2-(3′-pyridyl) pyrollidine



ANABASIN
L.2-(3′-pyridyl)pipyridine

من أهم مركبات النيكوتين شائعة الإستخدام كمبيد للحشرات – كبريتات النيكوتين 40 % – مادة صلبة عالية السمية، فعالة ضد جميع الحيوانات ذات الدم الحار والحشرات. يشكل إستِخدامها فى المنازل خطورة شديدة. إستُخدِمَت هذه المادة فى مكافحة العديد من الآفات الحشرية. توقف إستخدامها إعتباراً من عام 1992.

يؤثر النيكوتين ومشابهاته على الجهاز العصبى لكل من الحشرات والثدييات عن طريق إحداث فعل مشابه لفعل مادة الأسيتايل كولين Acetylcholine (Ach). تتواجد مادة Ach فى الفراغات التى تتصل فيها نهايات الأعصاب وتعمل على مرور الإشارات العصبية ثم يتم تحللها بواسطة إنزيم أسيتايل كولين إستيراز Acetyl cholinesterase (AchE). من أهم الأسباب التى تجعل مادة نيكوتين متشابهة مع مادة أسيتايل كولين هو أن المسافة بين ذرتى النيتروجين فى الحلقتين الموجودتين فى مركب النيكوتين هى 4,2 أنجستروم؛ تتساوى – تقريباً – مع متوسط المسافة بين كل من ذرة النيتروجين وذرة أكسجين مجموعة الكربونيل فى مادة Ach – تتراوح بين 3 – 7 أنجستروم. لذا – فعند تواجد النيكوتين بكميات صغيرة فى هذه الفراغات فإنه يقوم بنفس الوظيفة الفسيولوجية التى تقوم بها مادة Ach – فى نفس الوقت – لايستطيع إنزيم AchE المتخصص على مادة Ach من تحليل النيكوتين؛ يؤدى ذلك – إلى ظهور أعراض التسمم بالنيكوتين (أى أن له فعل تشابهى) . من ناحية أخرى – يصبح النيكوتين – عند تواجده بتركيزات عالية – نداً لمادة Ach فى مهاجمة المراكز الأنيونية فى إنزيم AchE فيؤدى إلى تثبيط الإنزيم (فعل تثبيطى)؛ فتفشل عملية تحلل مادة Ach. يستمر – بالتالى – الإتصال العصبى وما يترتب عليه من ظهور أعراض التسمم.

2-3. بيرثرينات Pyrethrins:

تُستخلص من زهرة نبات البيرثرم Pyrethrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium*). من المرجح نشأة هذا النبات فى Persia (حالياً إيران). ينمو فى بعض بلدان أفريقيا (كينيا وتنزانيا) وأمريكا الجنوبية (الإكوادور) واليابان. هذه

المركبات – من أقدم مبيدات الحشرات المنزلية من أصل نباتى. إستُخدِمَ مسحوق الأزهار الجافة – فى القرن السابع عشر – لمكافحة قمل الجسم أثناء حروب نابليون. زُرِعَ فى منتصف القرن التاسع عشر – فى يوغوسلافيا. بِيع عام 1914 حوالى 1500 طن من أزهار – هذا النبات – الجافة إلى الولايات المتحدة الأمريكية. دخلت اليابان ميدان إنتاج هذه المركبات فى الفترة مابين الحربين العالميتين. بلغ متوسط إنتاجها السنوى من الأزهار الجافة إلى حوالى 400 طن – وإن كانت قد خرجت – حالياً – من ميدان إنتاج هذه المركبات. البيرثرينات الطبيعية ذات فائدة عظيمة عند إستخدامها داخل المنازل فى مجالات الصحة العامة والمجالات الطبية ومجال صحة الحيوان، حيث تعمل على مكافحة القمل والبراغيث فى المنازل والمبانى العامة. تُستَخدَم – أيضاً – فى مكافحة الذباب المنزلى والبعوض ومختلف الحشرات الأخرى الناقلة للأمراض لكل من الحيوان والإنسان. تمثل هذه المركبات فى الولايات المتحدة الأمريكية – على سبيل المثال – حوالى 20 % من قيمة المبيدات المباعة لجميع الأغراض، نظراً لأهمية إستخدامها فى المجالات السابقة. لهذه المركبات تأثير صاعق "Knock-down" على الحشرات الطائرة، وذات تأثير منخفض على الحيوانات ذات الدم الحار؛ لذا – يوصى بإستخدامها ضد كل من الحشرات الزاحفة والطائرة من قِبَل وكالة حماية البيئة. تُستَخدَم على صورة محاليل رش أو أيروسولات للإستخدام المنزلى. يمكن إستخدامها على محاصيل الخضر والفاكهة لقصر فترة بقاء متبقياتها، وسرعة تحطمها عند تعرضها للطهى أو بفعل العصارة المعدية الهاضمة Digestive juice عند وجودها فى الغذاء بكميات صغيرة أو كملوث فى أصابع الأطفال أو أرجل الحيوانات. تتحطم هذه المركبات – عند إستخدامها فى المناطق المكشوفة بفعل الضوء (Ruzo ,1982).

غالباً – ما تَحِد مشكلة التحطم الضوئى Photodecomposition من نجاح هذه المركبات فى مجال مكافحة الآفات الزراعية. من الإتجاهات الحديثة فى مجال حماية البيرثرينات من التحطم بواسطة أشعة الشمس، إستخدام مواد – Chromophore – تعمل على الإرتباط مع الأشعة الضوئية. أدى إستخدام الباحثون – كاتيونات كل من

Naphthylammonium و Methyl green؛ إلى حماية البيرثرينات المستخدمة فى مكافحة خنافس *Tribolium castaneum* من ضوء الشمس لمدة خمسة أيام.

يعتبر كل من Petroleum ether و Acetone من أهم المذيبات التى تستخلص مخلوط هذه المركبات من الزهور الجافة. يُستَخلص – من زهرة نبات البيرثرم – أربعة مركبات أساسية: Pyrethrin I، Pyrethrin II، Cinerin I و Cinerin II؛ إسترات لحامضين – كريزانثميك Chrysanthmic acid وبيرثريك Pyrethric acid – يحتوى تركيبهما على حلقة ثلاثية من الكربون؛ وكحولين – بيرثرولون Pyrethrolone وسنيرولون Cinnerolone – يحتويان على حلقة خماسية من الكربون؛ بالإضافة إلى كميات صغيرة من مركبى Jasmolin I و Jasmolin II. يختلف المركبان الأخيران فى الشق الكحولى فقط (كحول Jasmololone)، الذى يختلف عن كحول Pyrethrolon فى أن الرابطة الطرفية فى سلسلة الكربون الجانبية تكون مشبعة (شكل 2 – 1). فيما يختص بتسمية هذه المركبات – يشتق إسم الإستر من إسم الكحول. يتوقف رقم الأستر على نوع الحمض؛ فالإسترات التى تحتوى على حمض Chrysanthmic acid تأخذ الرقم " I " فى حين تأخذ الرقم " II " الإسترات التى تحتوى على حمض Pyrethric acid. يوضح جدول (2 – 1) النسبة المئوية لهذه المركبات فى أزهار نباتات البيرثرم.

جدول (2-1): النسبة المئوية للمواد الفعالة لستة من البيرثرينات الطبيعية المستخرجة من نبات البيرثرم.

الشق الكحولى فى المركب	الشق الحامضي في المركب	
	كرايزنثيميك Chrysanthemic acid	بيرثريك Pyrethric acid
Pyrethrolone بيرثرولون	Pyrethrin I (35 %)	Pyrethrin II (32 %)
Cinerolone سينيرولون	Cinerin I (10 %)	Cinerin II (14 %)
Jasmololone جاسمولولون	Jasmolin I (5 %)	Jasmolin II (4 %)

Dimethylcyclopropane carboxylate moiety

Cyclopentenolone moiety

$CH_2-CH\overset{cis}{=}CH-CH=CH_2$

= مشبعة فى كحول Jasmololone

Pyrethrins and jasmolins

$CH_2-CH\overset{cis}{=}CH-CH_3$

Cinerins

شكل (2-1): التركيب الكيميائى للبيرثرينات الطبيعية . يلاحظ أن :

R = CH3 فى مركبات Pyrethrin I و Cinerine I و Jasmoline I

R = COOCH3 فى مركبات Pyrethrin II و Cinerine II و Jasmoline II

بدراسة العلاقة بين تركيب هذه المركبات والفعالية البيولوجية - نجد أنها تتكون من شق حامضى - يحتوى على حلقة Cyclopropane؛ بها ذرتى كربون غير متماثلتين ومتجاورتين - يؤدى إلى تكون المشابهات الضوئية (*D & L*). تتواجد - أيضاً - سلسلة جانبية غير مشبعة؛ تؤدى إلى تكوّن المشابهات الهندسية (*Cis&Trans*). شق كحولى يتكون من كحولات كاتيونية لها سلسلة جانبية غير مشبعة تؤدى - أيضاً - إلى وجود مشابهات هندسية، يحتوى على ذرة كربون غير متماثلة فى الحلقة الخماسية تسمح بتكوّن مشابهات ضوئية. تحتوى إسترات - المركبات المستخلصة من نبات البيرثرم - لها فاعلية عالية على الحشرات - على الشق الحامضى *D-Trans* والشق الكحولى *D-Cis*. إسترات مركبات البيرثرينات - عبارة عن محاليل زيتية تذوب فى كل من الكحول والأسيتون والبتروليم إثير، ولاتذوب فى الماء. غير ثابتة - تفقد القمم الزهرية المجففة حوالى 20 % من درجة فعاليتها كل عام عند تخزينها. مع ذلك - يمكن تهيئة بعض الظروف المناسبة لحفظها بإضافة بعض المواد المضادة للأكسدة وحفظها بعيداً عن الضوء والماء.

تُحدث هذه المركبات فعلها السام بإحداث خلل فى نظام مضخة الصوديوم فى الغشاء العصبى - يؤدى إلى زيادة مستوى نفاذ كل من أيونات الصوديوم والبوتاسيوم، فيتكرر إطلاق الشحنات Repetitive discharges، فَتَحدُث إثارة للعصب فَتُسبب الشلل. للمركبات معامل حرارى سالب Negative temperature coefficient - مثل مركب DDT - بمعنى أن فاعليتها تزداد بإنخفاض درجة الحرارة - هذا - يفسر درجة فاعليتها العالية على الحشرات (من ذوات الدم البارد) مقارنة بالثدييات (من ذوات الدم الحار).

عُرفت مركبات Methylene dioxyphenyl - إعتباراً من عام 1940 - كمواد مُنَشطَة للبيرثرينات، تؤدى إلى زيادة الفعل السام لها. على سبيل المثال - يؤدى خلط جزء واحد من البيرثرينات الطبيعية مع جزئين من مركب البيبرونيل بيوتوكسيد Piperonyl buotoxide إلى زيادة الفاعلية بمقدار ماتسببه سبعة أجزاء من

البيرثرينات منفردة. بعض مستحضرات البيرثرينات – تحتوى على هذه النوعية من المنشطات. من أمثلة هذه المنشطات – بالإضافة – إلى البيبرونيل بيوتوكسيد – مركب(Sesoxane®) Sesamex – تؤدى هذه المواد فعلها – فى حقيقة الأمر – عن طريق تثبيط نُظُم إنزيمات Microsomal mono-oxygenases المؤكسدة، التى تُحطم جزيئات البيرثرينات.

CH2—CH2—CH3
CH2—O—CH2—CH2—O—CH2—CH2—O—C4H9

Pipronyl Butoxide
alpha-[2-(2-butoxyethoxy)ethoxy]- 4,5-methylenedioxy-2-propyltoluene

O—CH—O—CH2—CH2—O—CH2—CH2—O—C2H5
CH3

Sesamix
2-(2-ethoxyethoxy)ethyl-3,4-(methylenedioxy)
Phenylacetyl of acetaldehyde

2-4. روتينونات Rotenoids:

توجد – هذه المركبات – فى جذور نباتات بعض أجناس العائلة البقولية – خاصة الجنس *Derris* spp. (ينمو فى جزر الملايو وغرب الهند وبعض بلدان أمريكا الجنوبية). إكتشف سكان هذه المناطق التأثير السام لهذه المركبات وإستخدموها فى صيد الأسماك. عُرِفَ خواصها كمبيد حشرات عام 1848. إستُخدِم مخلوط مسحوق النباتات مع الطين كمبيد حشرات. تم فصل المادة الفعالة من جذور نبات *Derris chinensis* وتعريفها – عام 1912 أُطلِق عليها إسم الروتينون Rotenone.

Rotenone
1,2,12,12a,tetrahydro-2-isopropyl-8,9-dimethoxy-[1]benzopyrano-[3,4- b] furo[2,3b][1]benzopyran-6(6aH)one

إكتُشِف – بعد ذلك من بعض النباتات – أربعة مشتقات أخرى أقل أهمية – سُميت بالروتينونات Rotenoids؛ عبارة عن بللورات عديمة اللون تتأكسد وتتحول إلى اللون الأحمر الداكن عند تعرض محاليلها للهواء والضوء (رمزها الجزيئى هو $C_{23}H_{22}O_6$). تذوب فى المذيبات العضوية لكنها عديمة الذوبان فى الماء.

تُثَبط هذه المركبات إنزيمات التنفس، فى سلسلة النقل الإلكترونى الموجودة فى الميتوكوندريا. يقع المكان المحتمل لتأثير هذه المركبات بين NAD^+ (المرافق الإنزيمى فى سلسلة عمليات الأكسدة والإختزال) والمرافق الإنزيمى (للإنزيم المسئول عن نقل الإلكترونات فى عملية التنفس)؛ مما يؤدى إلى فشل وظائف عملية التنفس والحصول على الطاقة.

5-2 . سابادیللا Sabadilla

مشتقات من أشباه القلويات Alkaloids؛ تُستَخلص من بذور نبات *Schoenocaulon officinale* التابع لنباتات العائلة الزنبقية Family laily – تنمو فى بعض بلدان أمريكا الجنوبية (خاصة فنزويلا) تُعرَف بإسم فيراترين Veratrin. تتكون المادة الفعالة – كمبيدات للحشرات – من مشتقين فعالين:

مشتق السيفادين Cevadine – رمزه الجزيئى $C_{32}H_{49}O_9$

ومشتق الفيراترايدين Veratridine – رمزه الجزيئى $C_{36}H_{51}O_{11}$

Compunds R

Cevadine

Veratridine

فعالة ضد يرقات حرشفية الأجنحة، الخنافس، نطاطات الأوراق والتربس. شديدة الفاعلية على الذباب المنزلى. وُجِد أن فاعلية مشتق Cevadine النقى على الذباب المنزلى 10 أضعاف فاعلية مبيد DDT؛ لكنها – قليلة الفاعلية على المنّ وعديمة الفاعلية على العنكبوت الأحمر. مشتقات هذه المادة سريعة التحطم عند تعرضها للضوء والهواء؛ لذا توصى وكالة حماية البيئة EPA بإستخدامها على المحاصيل الغذائية بدون أى فترات تحريم قبل الحصاد؛ إنخفض الطلب عليها خلال السنوات الماضية.

6-2. مركبات مستخرجة من نبات ريانيا Ryania:

يتم الحصول على هذه المركبات من الجذور الأرضية لنبات *Ryania speciosa* – ينمو فى أمريكا الجنوبية. تستخلص المادة الفعالـــــة – ريانودين Ryanodine ($C_{25}H_{35}NO_9$) – من أشباه القلويات، تتحول بسرعة إلى المشتق Dehydroryanodine. يوصى بإستخدام الريانيا ضد الحشرات التى تتغذى على الأوراق وثمار أشجار الفاكهة – خاصة – حشرة دودة فراشة التفاح، تصلح – أيضاً – لمكافحة جميع الحشرات المتغذية على النباتات؛ لكنها – غير فعالة على الأكاروس.

R = CH_3 RYANODINE
R = CH_2 DEHYDRORYANODINE

أوصت EPA بإستخدامها – نتيجة لعدم وجود فترة تحريم – قبل الحصاد لمكافحة أنواع عديدة من حشرات الخضر مثل المنّ، ديدان الكرنب القياسة، خنفساء بطاطس كلورادو، ثاقبات ساق الذرة، خنافس الخيار، الفراشة ذات الظهر الماسى، الخنافس البرغوثية، نطاطات الأوراق، الخنفساء المكسيكية ودودة الطماطم ذات القرن؛ وضد المنّ على أشجار الفاكهة المتساقطة – عدا المنّ الصوفى؛ ضد بعض آفات نباتات الزينة – خاصة – نبات الورد حيث يمكن مكافحة المنّ، الخنفساء اليابانية، التربس والذبابة البيضاء عليها، لكنها – ليست شديدة الفاعلية على النمل الأبيض والسمك الفضى والصراصير والعناكب.

2-7. ليمونين Limonene

إستخدام الموالح كمبيدات – معروف – منذ زمن بعيد – حيث كان يُستَخدَم عصير الليمون كمادة مضادة للبعوض.

d-Limonene
1,8(9)-*p*-methadiene-1-methyl
- 4-isopropenyl-cyclohexene

تم – فى عام 1915 تحديد الجزء الفعال كمبيد للحشرات من زيت قشرة الموالح، دون تعريف المادة الفعالة (عُرِفت حديثاً وهى *d*-Limonene). الزيت فعال ضد بيض ويرقات حشرة ذبابة الفاكهة.أحد مكونات الزيت – المستخرج من القشور الخارجية لثمار الموالح – مثل – البرتقال، اليوسفى، الليمون، الجريب فروت، اللارنج – فعال ضد الطفيليات الخارجية للحيوانات المنزلية الأليفة مثل البراغيث، القمل، الأكاروسات والقراد. فعالة – أيضاً – ضد جميع أطوار البعوض سواء البيض واليرقات والعذارى فى البيئات المائية والحشرات الكاملة. ليس للتركيزات الفعالة ضد أطوار البعوض – أى تأثير على سمك الجمبوزيا (العدو الحيوى لأطوار البعوض فى الماء)، ليس له أى سمية على الحيوانات ذات الدم الحار. يستخلص الزيت بطرق التقطير البسيطة بإستخدام الماء. بالرغم من إحتواء زيت الموالح على العديد من المواد التى لها فعل المبيدات للحشرات – إلا أن – مادة الليمونين تمثل حوالى 65 – 95 % وزناً من محتوى زيت قشرة الموالح. زيت اللارنج هو الأعلى تركيزاً والأشد فاعلية. تأثير الزيت الخام – أقوى من تأثير أى مركب من مكونات الزيت – كل على حدة – بدرجة تتجاوز الضعف؛ الأمر الذى يؤكد أن المواد المكونة لمخلوط الزيت قد تقوم بتنشيط بعضها البعض، فضلاً عن توفير تكاليف عملية فصل مركب الليمونين من المخلوط. تتوافر المستحضرات التجارية على صورة سائل رش أو شامبو أو أيروسول أو كريمات للجلد أو أشرطة معاملة تعلق على الجدران والأسقف.

2-8. مركبات مستخرجة من أشجار النيم Neem

شجرة النيم Neem أو Margosa – *Azadiractin indica* (*Meliaceae*) – شجرة معمرة موطنها الأصلى الهند وبنجلاديش والباكستان .تُعرَف فى الهند بالشجرة المقدسة Divine Tree أو الشافية Heal All أو الصيدلية الطبيعية Nature's Drugstore أو صيدلية القرية Village Pharmacy. جميع أجزاء الشجرة لها إستخدامات طبية عديدة؛ كما – تُستَخدم فى صناعة مستحضرات التجميل والنظافة والعناية بالأسنان، وقد تُحَضَّر منها بعض المأكولات.

شجرة النيم من أهم أشجار الزينة، تتحمل الجفاف والملوحة، يتراوح إرتفاعها بين 20 – 30 متراً، قطر الجزع حوالى 1,2 متر؛ يصل طول جذورها إلى ضعف طول جذور الشجرة العادية. تبدأ الشجرة فى إنتاج الثمار بعد ثلاث سنوات من زراعتها؛ تتكون الأزهار فى شهرى مايو ويونيو، تعقد الثمار فى يوليو وأغسطس، وتتساقط الثمار طبيعياً عند نضجها؛ تعطى الشجرة حوالى 20 – 40 كيلوجرام من الثمار سنوياً. لذا – تنمو فى المناطق الإستوائية وشبه المدارية. تنتشر فى المملكة العربية السعودية فى مناطق مكة المكرمة والمدينة المنورة وجيزان كأشجار ظل وزينة؛ كما تزرع كمصدات للرياح. تشير المعلومات المتاحة فى هذا الخصوص – إلى أن الزيوت المستخلصة من أشجار النيم لها درجة من الفاعلية كمبيدات للحشرات وكمواد مانعة للتغذية ومثبطة للنمو ووضع البيض والخصوبة لأنواع عديدة من الحشرات؛ كما أن لها فاعلية كمواد مضادة للفطريات، الفيروسات والنيماتودا (Parmar, 1987). يمكن إستخدام هذه المواد فى مكافحة العديد من الآفات الحشرية على محاصيل الخضر، الفاكهة، نباتات الزينة والحبوب المخزونة؛ بالإضافة إلى حشرات المنازل(Jacobson,1988).

زيت النيم Neem oil: ينتج من عصر الثمار والبذور، ذو رائحة قوية – بين رائحة الفستق والثوم. طعمه مر، يتأرجح لونه بين الأصفر والبنى الفاتح. تتراوح كمية الأحماض الدهنية فى زيت النيم بين 6 % – 54 % طبقاً لنوع الأحماض الدهنية (جدول 2-2). يحتوى – أيضاً – على مواد Tetranortriterpenoids، أهمها – مشتقات مادة أزاديراكتين Azadirachtin – تنتمى إلى مجموعة مركبات Lemonoids. يحتوى مستخلص البذور على نسبة عالية من مشابهات Azadirachtin (Ermel *et.al.* ,1987) – ذات طبيعة دهنية تميل إلى عمل مستحلبات فى الماء – تتراوح نسبتها فى الزيت بين 300 – 2000 جزء فى المليون. يؤدى فعل يشبه فعل هرمون الإنسلاخ فى الحشرات. يحتوى – أيضاً – على مركبات Steroids – مثل – Campesterol ، Beta-sitosterol، Stigmasterol، كما يحتوى على بعض المواد المنشطة – مثل – Plethora.

جدول (2-2) : كمية ونوعية الأحماض الدهنية في زيت النيم.

Average composition of Neem oil fatty acids		
Common Name	**Acid Name**	**Composition range**
Omega-6	**Linoleic acid**	**6-16%**
Omega-9	**Oleic acid**	**25-54%**
Palmitic acid	**Hexadecanoic acid**	**16-33%**
Stearic acid	**Octadecanoic acid**	**9-24%**
Omega-3	**Alpha-linolenic acid**	**?%**
Palmitoleic acid	**9-Hexadecenoic acid**	**?%**

HO

Campesterol

OH O H O O OCH$_3$ H OH HO O H O O O H_3CO O O O O

Azadirachtin

HO

Stigmasterol

HO

ß- sitosterol

ترجع أهمية – هذه المركبات – إلى أن هذه الأشجار متوافرة فى كثير من دول العالم النامى. يؤدى إستخدامها فى مكافحة الآفات – خاصة – فى مجال الزراعات العضوية إلى عدم الإعتماد بشكل كامل على المبيدات الصناعية، والمحافظة على البيئة بالإضافة إلى أن لها مردوداً إقتصادياً. تقدر تكاليف إستخدام هذه المركبات فى مكافحة بعض الآفات الحشرية "بعُشر" تكاليف إستخدام مبيد الملاثيون لنفس الغرض (Redknop , 1981).

وُجِدَ – حديثاً – أن مشتقات Azadirachtin فعالة ضد ناخرات الأوراق فى الخضر *Liriomyza sativae* – حيث تسبب موت نسبة عالية من اليرقات والعذارى المعاملة (Webb,*et.al.*,1984)، والمن والذبابة البيضاء وناخرات الأوراق وفراشة الغجر. يعمل – أيضاً – كمواد مثبطة للنمو، ومانعة للتغذية للديدان القارضة Cutworms (Champage *et. al.* ,1989) والمن ودودة الكرنب والخنفساء اليابانية وبعض أنواع النيماتودا الضارة بالنباتات. الجدير بالذكر لايضر زيت النيم الثدييات والطيور – إضافة – إلى العديد من الحشرات النافعة. تم تحضير مستحضرات تجارية منها مثل مستحضر Margosan-O® – له فاعلية عالية ضد كل من البعوض المنزلى والبعوض الناقل للحمى الصفراء (Koul,1988)؛ وكمبيد للحشرات بالملامسة فى البيوت المحمية. من المستحضرات الأخرى – Azatin® – يستخدم كمنظم نمو للحشرات.

الفصل الثالث

3 – مبيدات حشـرات مشتقة من الكائنـات الحية الدقيـقة

3-1. مقدمة

تعيش الكائنات الحية الدقيقة فى بيئات – تتباين فـى خواصـها بـين المنـاطق المتجمدة فى القطبين والينابيع الساخنة والبراكين والمحيطات والصحارى والمنـاطق الزراعية. تشمل الكائنات الحية الدقيقة:

أ – بكتريا بدائية Archaebacteria : تشمل العديد من الكائنات الحية الدقيقة.

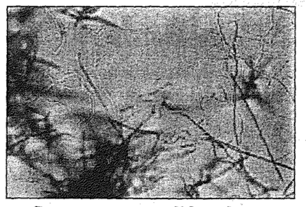
ب – بكتريا Eubacteria : تضم بين جناحيها أغلب أنواع البكتريـا الشـائعة – مثل – بكتريا Actinomycetes و البكتريا العصوية Bacilli.

- بكتريا *Actinomycetes* (*Actinobacteria*): بكتريا موجبة لصبغة الجرام - (لتمييز البكتريا الموجبة لصبغة جرام عن السالبة : تصبغ الخلايا البكتيرية بواسطة صبغة الكريستال البنفسجى واليود ؛ تغسل بالكحول ثم - تصبغ بالصفرانين ؛ تحافظ الخلايا الموجبة على اللون الأزرق لصبغة الكريستال البنفسجى ؛ فى حين - تتلون الخلايا السالبة باللون الأحمر لصبغة الصفرانين). تشمل بعض الأنواع الشائعة فى التربة ؛ تلعب دوراً هاماً فى تحلل المواد العضوية - مثل - السليولوز والشيتين، لِذا - تلعب دوراً هاماً فى تكوين المواد العضوية وفى دورة الكربون فى البيئة مما يؤدى إلى تكون مادة الدبال Humus. تتواجد - أيضاً - على النباتات والحيوانات - وتُحدِث بعض الأمراض المحدودة - مثل - *Mycobacterium*، *Corynebacterium* وبعض أنواع *Streptomyces*. *Actinomycetes* مصدراً هاماً من مصادر العقاقير، كما يعتبر جنس *Streptomyces* من أهم الأجناس التى تُنتج المضادات الحيوية. *Streptomyces* الجنس الأكبر فى *Actinomycetes*. يصل عدد أنواعها أكثر من 500 نوع. تتواجد بالدرجة الأولى فى التربة وبقايا النباتات. يُنتِج أغلبها الجراثيم، لها رائحة ترابية متميزة، تتميز عمليات تمثيلها بأنها معقدة

وتؤدى إلى إنتاج العديد من المضادات الحيوية - يُشتَق إسم المضاد الحيوى Streptomycin من إسمها مباشرة.

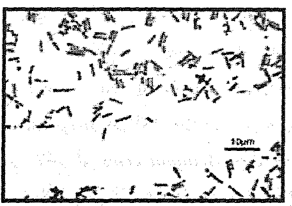


صورة بالميكرسكوب الإلكترونى لبكتريا *Actinomyces*

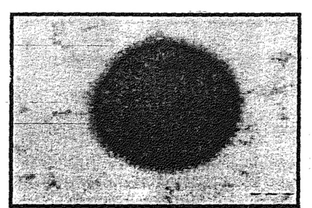


Streptomyces sp. slide culture.

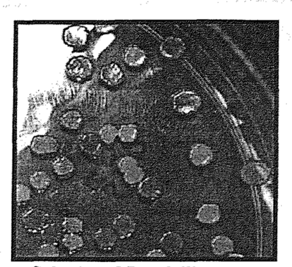
● البكتريا العصوية *Bacillus subtilis*: بكتريا عصويةBacilli (Rod) shaped، موجبة الجرام، توجد فى التربة ؛ لها القدرة على تكوين جراثيم داخلية، تقاوم الظروف البيئية القاسية - منها درجات الحرارة المرتفعة - تصنف على أنها بكتريا هوائية Aerobe - إلا أن ذلك ليس صحيحاً تماماً. لاتصيب الإنسان - قد تلوث الغذاء - لكن نادراً ما تسبب حالات تسمم . تقوم بإنتاج إنزيم Proteolytic. كما تُنتِج سلاسل طويلة من السكريات العديدة فى بيئة الخبز الفاسد.



Gram-stained *Bacillus subtilis*



B. subtilis cell cross-section (scale bar = 200 nm).



Colonies of *B. subtilis* grown on a culture dish in a molecular biology laboratory

ج - Eucaryota : تشمل كل من الفطريات والخميرة .

أُجريت دراسات مستفيضة على العديد من أنواع هذه الكائنات. يُفرِز بعضها العديد من المواد السامة للحشرات - خاصة - بعض أنواع البكتريا والفطريات. لأغلبها تأثيرات محدودة لاترقى لمرتبة الإستخدام الفعال. تم تطوير بعض الطرق للحصول على بعض المواد الفعالة عن طريق إجراء عمليات تخمر فى بيئات خاصة كما فى حالة عائلات الأفيرماكتينات Avermectins والملبيمايسينات Milbemycins والأسبينوسينات Spinosyns. ساعد إستخدام تقنيات كيمياء الدمج Combinatorial chemistry والتحليل المتعدد Multi-well plate - إضافة إلى التطور الحادث فى مجال النباتات المعدلة وراثياً - على إستخدام طرق تسمح بالإنتاج السريع للمركبات المضادة للحشرات.

فيما يلى عرض لأهم مركبات هذه العائلات :

2-3. عائلة مركبات أفيرمكتين Avermectin

عُزلت الأفيرمكتينات Avermectins - لأول مرة - من بعض المستعمرات البكتيرية التابعة لبعض أنواع الأكتينوميسيتات *Actinomycetes*. تتكون عائلة مركبات Avermectin من مجموعة من المشتقات من أهمها مشتقى B_{1a} وB_{1b}. المركبات ذات

جزيئات حلقية لاكتونية كبيرة Macrocyclic lactones، تتضمن فى تركيبها جزىء سكر ثنائى Disaccharidetn فى الموقع 13، قد تحدث له إزالة نتيجة تكوين مشتقات Aglycone - يترتب عليها - إحلال مجموعة OH فى ذات الموقع. تتكون نتيجة حدوث تخمر هوائى بواسطة مخلوط من سلالات بكتيرية من كل من *Bacillus subtilis* و *Streptomyces griseus* - محورة وراثيا نتيجة حدوث طفرة بواسطة أشعة X أو Ultraviolet irradiation أو غاز الخردل Mustard gas أو بعض المعاملات الأخرى.

من أهم مركباتها Ivermectin (22,23-dihydroavermectin)، Emamectin، Eprinomectin، Selamectin و Doramectin .

22,23-dihydroavermectin B_{1a}

22,23 dihydroavermectin B_{1b}

Ivermectin

$C_{48}H_{74}O_{14}$ (22,23-dihydroavermectin B_{1a})
+ $C_{47}H_{72}O_{14}$ (22,23-dihydroavermectin B_{1b})

emamectin B_{1a}
(major component)

emamectin B_{1b}
(minor component)

Emamectin

$C_{49}H_{75}NO_{13}$ (emamectin B_{1a})
+ $C_{48}H_{73}NO_{13}$ (emamectin B_{1b})

eprinomectin B_{1a}
(major component)

eprinomectin B_{1b}
(minor component)

Eprinomectin

$C_{50}H_{75}NO_{14}$ (eprinomectin B_{1a})
+ $C_{49}H_{73}NO_{14}$ (eprinomectin B_{1b})

Selamectin

$C_{43}H_{63}NO_{11}$

Doramectin

$C_{50}H_{74}O_{14}$

3-2-1. التخمر بواسطة بكتريا *Bacillus subtilis* و *Streptomyces griseus*: تجرى على درجات حرارة تتراوح بين 20 - 40°م ودرجة pH تتراوح بين 6,5 - 8. يضاف مركب 13-deoxy ivermectin aglycone فى وسط التخمر بكميات تتراوح بين 0,1 - 1 جرام، فى أى وقت من دورة التخمر - وإن كان الوقت المفضل - بعد حدوث 25 % من الدورة . يوضح الجدول التالى أمثلة للبيئات المستخدمة فى عملية التخمر:

1. Soy Glucose Medium	2. Medium A
Dextrose 20.0 g/L	Dextrose 1.0 g/L
Soya meal 5.0 g/L	Dextrin 10.0 g/L
Fidco yeast extract 5.0 g/L	Beef extract 3.0 g/L
NaCl 5.0 g/L	Ardamine pH 5.0 g/L
MES buffer 9.8 g/L	NZ Amine Type E 5.0 g/L
Adjust pH to 7.0 g/L	$MgSO_{4.7}$ H_2 O 0.05 g/L
	K_2 HPO_4 0.3 g/L
	Adjust pH to 7.1
	Add $CaCO_3$ 0.5 g/L

3-2-1-1. مراحل عملية التخمر Fermentation:

تتم على أربعة مراحل:

المرحلة الأولى: تضاف عبوة (2 مل) مجمدة من بكتريا *Bacillus subtilis* فى قارورة Erlenmeyer سعة 250 مل، تحتوى 50 مل من بيئة جلكوز الصويا. تحضن على هزاز بسرعة 220 هزة / دقيقة على درجة حرارة 29,5 °م لمدة 24 ساعة. تستخدم القارورة فى تلقيح 5 قارورات أخرى بمعدل 2,5 مل لكل قارورة تحتوى - أيضاً - على 50 مل من بيئة جلكوز الصويا.

المرحلة الثانية: تضاف عبوة (2 مل) مجمدة من بكتريا *Streptomyces griseus* فى قارورة Erlenmeyer سعة 250 مل، تحتوى 50 مل من بيئة (A). تحضن على هزاز بسرعة 220 هزة / دقيقة على درجة حرارة 27 °م لمدة 24 ساعة. تستخدم القارورة فى تلقيح 5 قارورات أخرى بمعدل 2,5 مل لكل قارورة تحتوى - أيضاً - على 50 مل من بيئة (A)، تضاف - بعد 18ساعة - 10 ميكروجرام من المادة البادئة 13-deoxy ivermectin aglycone لكل 10 مل.

المرحلة الثالثة: يخلط الناتج من المرحلتين 1، 2 ويغسل مرتين بمحلول ملحى معقم. يجهز معلق فى 25 مل من محلول منظم (pH=6) يحتوى 1 % جلكوز. يحضن الخليط على هزاز بسرعة 220 هزة / دقيقة، على درجة حرارة 27 °م لمدة 18 ساعة.

المرحلة الرابعة - العزل والتعريف: يتم الإستخلاص بواسطة كمية مساوية من مذيب Methylene chloride، ثم التجفيف عن طريق التبخير تحت ضغط منخفض. يذاب ويحقن الزيت الناتج فى مذيب الوجه المتحرك لجهاز HPLC على درجة حرارة 60 °م بإستخدام عمود Zorbax ODS لفصل وتعريف المركبات الفعالة بواسطة Retention time ومقارنتها بالمركبات القياسية.

3-3. عائلة مركبات ميلبيميسين Milbemycin

تشبه فى تركيبها وميكانيكية إحداثها الفعل السام، مركبات Avermectins،

بإستثناء عدم وجود جزىء السكر الثنائى Disaccharide، مع الإختلاف فى بعض المجموعات الإستبدالية الأخرى. من أهم مركباتها : Lepimectin، Milbemycin، Milbemycin oxime و Moxidectin .

6'-ethyl (major component)

6'-methyl (minor component)

Lepimectin

$C_{41}H_{53}NO_{10}$ (6'-ethyl)
+ $C_{40}H_{51}NO_{10}$ (6'-methyl)

6'-ethyl milbemycin A_4 (major component)

6'-methyl milbemycin A_3 (minor component)

Milbemectin

$C_{31}H_{44}O_7$ (milbemycin A_3)
+ $C_{32}H_{46}O_7$ (milbemycin A_4)

6'-ethyl
(major component)

6'-methyl
(minor component)

Milbemycin oxime
$C_{31}H_{43}NO_7 + C_{32}H_{45}NO_7$

Moxidectin

$C_{37}H_{53}NO_8$

أهم المستحضرات: تستخدم على صورة طعوم سامة للحشرات أو كمحاليل رش أو مستحلبات.

الإستخدام: تستخدم فى مكافحة العديد من الآفات الحشرية التى تصيب محاصيل الحقل والبساتين والبيوت المحمية وبيوت الظل ؛ والنمل والنمل النارى ؛ كما تستخدم على نطاق واسع كمضادات للديدان المتطفلة على الإنسان والأكاروسات المسببة للجرب.

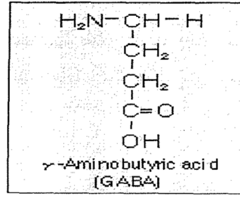
3-4. ميكانيكية إحداث الفعل السام لمركبات عائلتى Avermectin و Milbemycin

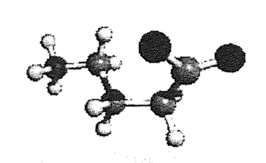
تؤثر على نظام GABA receptor يترتب عليها - منع دخول أيونات الكلور - التى تؤدى إلى تهدئة الجهاز العصبى - فتؤدى إلى حدوث Hyperpolarization فى الخلايا العصبية أو العضلية ؛ مما يؤدى إلى توقف وظائف هذه الخلايا. ثبت - أيضاً - أن

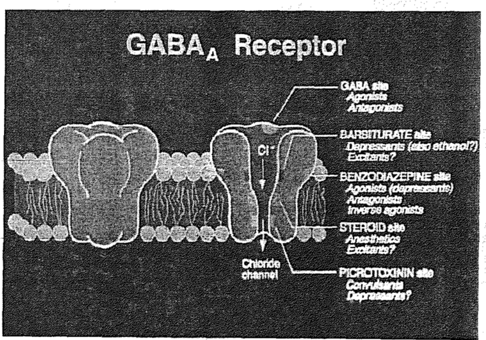
التركيزات المنخفضة من مركبات Avermectins تؤدى إلى تثبيط تكوين مادة Chitin فى بعض أنواع الحشرات، فيؤثر على عملية الإنسلاخ.

1-4-3. نظام GABA receptor

أظهرت الدراسات الجزيئية والوراثية وجود العديد من أشكال GABA receptors فى الأنواع المختلفة من الحيوانات - خاصة الأنواع $GABA_A$ ،$GABA_B$ ،$GABA_C$ - مما يرجح تصور إختلاف وظائف ووسائل التعبير بين الأنواع الذى يقود إلى إمكانية حدوث الفاعلية الإختيارية بين هذه الأنواع. يسبب $GABA_A$ أسرع رد فعل فى الخلية العصبية مقارنة بالأنواع الأخرى.



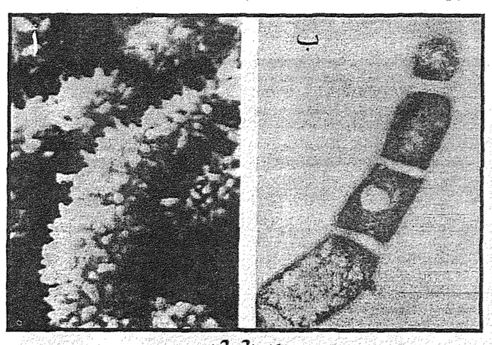




شكل (3-1) : يوضح مكان فعل $GABA_A$

5-3. عائلة سبينوساد Spinosad

يطلق عليها إسم " Spin-OH-Sid ". خليط من المركبات النشطة بيولوجياً - تسمى Spinosyns. أهمها مركبى Spinosyn A و Spinosyn D. مشتقة طبيعياً من بكتريا تابعة لمجموعة *Actinomycets - Saccharopolyspora spinosa* (شكل 3 - 2)، تعيش فى التربة. إكتُشِفت - أول مرة - عام 1982، فى عينات من التربة فى منطقة البحر الكاريبى. تحضر فى بيئات سائلة نتيجة تخمر هوائى بواسطة بكتريا *S. spinosa* - حدث لها طفرة - عن طريق تعريض معلق من الجراثيم لموجة من الأشعة فوق البنفسجية طولها 253,7 × 10^{-10} بقوة 30 وات. تزيد الطفرة المركبات الناتجة بنسبة 121% - مقارنة بالسلالة الأصلية . تتكون بيئة النمو من: Glucose (6 %)، Starch (2 %)، Soy bean (2 %)، Fish meal (1%)، Corn syrup (1%)، Glutamine (0,3 %)، Soy bean oil (1%) و $CaCO_3$ (0,3%). يضخ الهواء فى البيئة الغذائية المحتوية على البكتريا حتى حدوث رغاوى - يتغلب عليها بإضافة Propylene glycol أو مزيد من Soybean oil.



شكل (3-2):

(أ) صورة بالميكرسكوب الإلكترونى لبكتريا *Saccharopolyspora spinosa* تُظهر السطح الشائك للأكتينوميسيتات

(ب) قطاع يُظهِر مرحلة إنقسام وتكاثر بكتريا *Saccharopolyspora spinosa*

نواتج التخمر – نواتج تمثيل ثانوية – عبارة عن مركبات ماكروليدية Macrolies تحتوى على 21 ذرة كربون، مكونة من هيكل حلقى لاكتونى رباعى Tetracyclic lactone يحتوى على Forosamine و Tri-o-methylrhamnose مرتبطة مع عدد من مجموعات الميثايل CH_3 ـ يختلف من مركب إلى آخر. المشتقين الرئيسيين هما – Spinosyn A و Spinosyn D – الذى يحتوى مجموعة CH_3 زيادة عن الموجود فى المشتق A.

Spinosyn A

Spinosyn D

3-5-1. الإستخدامات: تستخدم فى مكافحة العديد من الآفات الحشرية – مثل – ذبابة الفاكهة ويرقات حرشفية الأجنحة وناخرات الأوراق والتربس وخنافس الأوراق والأكاروسات. تستخدم – أيضاً – لمكافحة آفات الزراعات المحمية.

3-5-2. ميكانيكية إحداث الفعل السام لعائلة Spinosad: تسبب إثارة شديدة فى الجهاز العصبى للحشرة نتيجة تأثيرها على ميكانيكية GABA receptor – إلا أن مكان فعلها قد يكون مختلفاً عن مكان فعل Avermectin. يتطلب حدوث الفعل السام تناول الحشرة للمركب بكميات كافية ؛ لذا – فتأثيره محدود على الحشرات الثاقبة الماصة والحشرات غير المستهدفة – مثل – المفترسات. سريع التأثير – نسبياً – حيث تموت الحشرات المسممة خلال يوم أو يومين من التغذية على المادة الفعالة، مع عدم حدوث عملية إفاقة من عملية التسمم.

الباب الثاني
المكافحة الحيويــة

الفصل الرابــــع : المكافحة الحيوية للآفات

الفصل الخامــس : المبيدات الميكروبية

الفصل الرابع
4 - المكافحة الحيوية للآفات
Biological Control

4-1. مقدمة

المكافحة الحيوية وسيلة لمكافحة الآفات عن طريق تنظيم تعدادها بإستخدام الأعداء الحيوية الطبيعية لهذه الآفات - من مفترسات Predators، طفيليات Parasites، آكلات النباتات Herbivory ؛ مسببات أمراض Pathogens - بإستخدام الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms - مثل البكتريا، الفطريات، البروتوزوا والفيروسات.

المكافحة الحيوية أحد المكونات الإستراتيجية فى برامج المكافحة المتكاملة للآفات Integrated Pest Management (IPM). لايهدف - هذا النوع من المكافحة - إلى القضاء على الآفات وإبادتها بل يهدف إلى خفض أعدادها لإحداث حالة من التوازن الطبيعى تصبح فيه الآفة غير ضارة إقتصادياً رغم تواجدها فى بيئة المحصول.

4-2. الأعداء الطبيعية Natural enemies

تضم بين جناحيها:

أ - المفترسات Predator: تفترس الآفة وتتغذى عليها.

ب - الطفيليات Parasite: تتطفل على الآفة وتتغذى عليها.

التطفل نوعان: تطفل داخلى Endoparsitism أو تطفل خارجى Ecotoparasitism.

ج - آكلات النباتات Herbivory: تشمل مجموعة كبيرة من الحيوانات الفقارية - مثل - الطيور والثدييات ؛ والحيوانات اللافقارية - منها الحشرات التى تعتبر من أهم الكائنات الآكلة للنباتات.

د- مسببات الأمراض Pathogens: تسبب الأمراض بأنواعها المختلفة للآفات

وتفتك بها. يطلق على مستحضراتها التجارية – إسم المبيدات الميكروبية Microbial pesticides .

يطلق على التأثير المشترك لبعض الأقسام السابقة أو جميعها – على آفة ما – فى الحقل بدون تدخل الإنسان المكافحة الحيوية الطبيعية Nature biological control.

أُجريت دراسات عديدة لتحديد العلاقة بين الأعداء الطبيعية للآفات وفرائسها وعوائلها من الأنواع الحيوانية والنباتية الأخرى، تضمنت معلومات بيئية متنوعة أدت إلى زيادة فاعلية المكافحة فى البيئات المختلفة لصالح الإنسان. تطبيق وسائل المكافحة الحيوية الطبيعية بواسطة الإنسان لخفض أعداء الآفة تسمى بالمكافحة الحيوية Biological control – تُعَرَّف بأنها فرع من فروع علم البيئة يهدف إلى تنظيم وخفض أعداد الآفات الضارة لصالح الإنسان لتوفير الغذاء والكساء والمحافظة على الصحة العامة – بإستخدام الأعداء الطبيعية.

4-3. ظاهرة الإفتراس بين الحشرات

نموذج من المعاشرة – يهاجم فيه أحد المعاشرين – المفترس Predator – فرد واحد أو أكثر من أفراد المعاشر الآخر – الفريسة Prey – والذى ينتمى إلى نوع واحد أو أكثر، بغرض التغذية عليه، حيث يقضى المفترس مع كل فرد من فرائسه خلال فترة محدودة من الوقت تقل عن فترة طور التغذية الكامل .

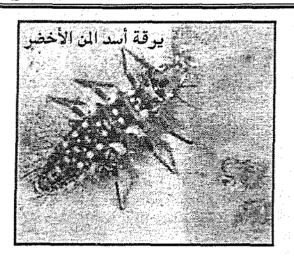
أهم أمثلة المفترسات

4-3-1. حشرة أسد المن الأخضر Common green lacewing

Chrysoperia carnea

شائع الإنتشار فى مصر. يتغذى الطور اليرقى (3 أعمار) على بيض الحشرات والحشرات صغيرة الحجم – مثل – المن والتربس واليرقات حديثة الفقس. تفقس بيضة المفترس بعد 2 – 4 ايام. تتغذى الحشرة الكاملة على رحيق الأزهار وحبوب اللقاح، وتضع الأنثى حوالى 300 بيضة على الأفرع والأوراق.

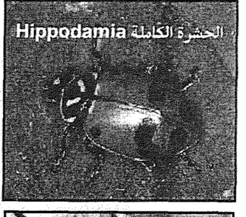


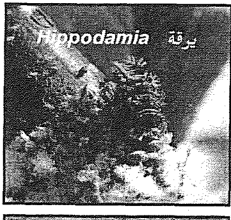


4-3-2. حشرات أبو العيد (الدعاسق) Lady beetles:

- تتبع عائلة *Coccinellidae*

الحشرة الكاملة نصف كروية الشكل ذات لون أصفر أو أحمر بها بقع سوداء، أو ذات لون أسود بها بقع حمراء أو صفراء. ينمو على جسم اليرقات أشواك أو نموات لحمية. منها أجناس عديدة – مثل – *Hippodamia*، *Coccinella*، *Adalia* – متخصصة على المن ؛ فى حين تتخصص أجناس أخرى على البق الدقيقى والحشرات القشرية وبيض العديد من الحشرات.









4-3-3. ذبابة السرفس Syrphus sp. – Hover fly

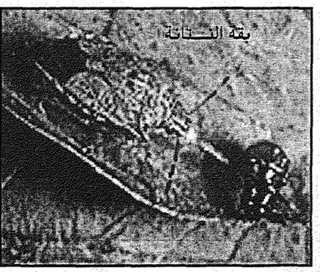
الحشرة الكاملة لونها براق – تفترس كل من الحوريات والطور الكامل حشـــرات المنّ.





4-3-4. بقة النتانة *Cantheconidae furcellata* - Stink bug

اليرقات والحشرات الكاملة مفترسات عامة. تنشط الحشرات الكاملة نهاراً وتنتظر فريستها على الأرض. تعيش اليرقات مختفية فى الملاجىء فى التربة الرملية وفروع وجذوع الأشجار.



4-3-5- بقة أوريس Orius bug:

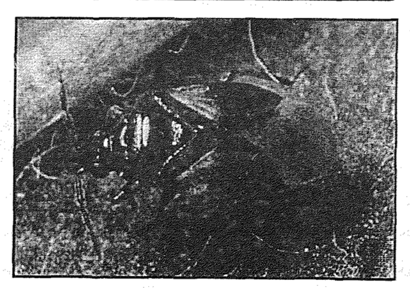
مفترسات صغيرة الحجم . تفترس حشرات المنّ والتربس والحُلم ويرقات الذبابة البيضاء.



طريقة تغذية بقة **Orius**



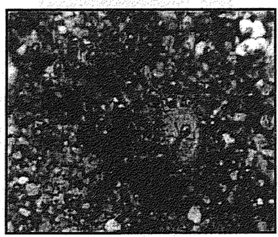
طور الحورية
Orius insidiosus



الحشرة الكاملة **Orius insidiosus**

4-3-6. النمل Ants - Myrmica rubra:

يهاجم النمل الأبيض.



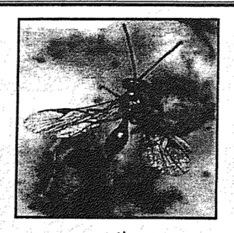
حشرة النمل Ants

4-4. ظاهرة التطفل بين الحشرات

نموذج من المعاشرة يعيش فيه أحد المعاشرين – الطفيل Parasite – داخل فرد من المعاشر الآخر – العائل Host – طوال أحد طورى تغذيته – الكامل أو غير الكامل – أو كليهما. قد يكون التطفل داخلياً Endoparasit أو خارجياً Ectoparasit. قد يكون – ايضاً – تطفل مُفرِط Hyperparasitism – أن يهاجم الطفيل طفيل آخر – الذى ينقسم بدوره إلى تطفل ثانوى Secondary parasitism أو ثلاثى Tertiary parasitism أو رباعى Quaternary parasitism. قد يهاجم الطفيل بفرد آخر من نفس النوع – يسمى التطفل الذاتى Auto parasitism – يلاحظ هذا النموذج فى بعض أنواع الزنابير من عائلة *Aphelinidae*.

4-4-1. طفيل *Lysiphlebus testaceipes*

يتبع عائلة *Aphidiinae* – يتطفل على منّ الذرة – يوضح شكل (4 – 1) دورة حياة الطفيل – أثناء وضع البيض، تقترب أنثى الطفيل من العائل، وقرنا الإستشعار ممتدان إلى أعلى، ثم تضرب بقمتيهما العائل لإختبار صلاحيته، ثم تحنى بطنها أسفل الرأس والصدر موجهة آلة وضع البيض نحو الأمام وتجاه العائل وتضع بداخله بيضة واحدة – تفقس وتتغذى مكونة طور " mummies ".



طفيل

Lysiphlebus testaceipes

الطفيل يضع البيضة داخل جسم العائل

نمو يرقة الطفيل داخل حشرة منّ الذرة

Adult parasite

تكون عذراء الطفيل داخل حشرة العائل التي تحولت إلى طور mummy

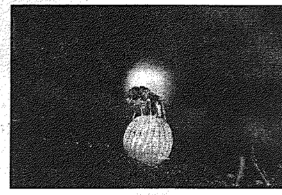
خروج الحشرة الكاملة من طور mummy

The life cycle of an aphid parasite. *Lysiphlebus testaceipes*.

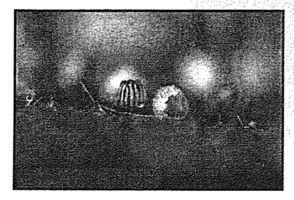
شكل (4-1) : دورة حياة الطفيل *Lysiphlebus testaceipes* على حشرة منّ الذرة.

4-4-2. طفيليات Trichogramma

تتبع عائلة *Trichogrammatidae*. طفيليات واسعة الإنتشار. تضع أنثى الطفيل البيض داخل بيض العائل – الذى يتلون باللون الأسود عند نمو الطفيل.



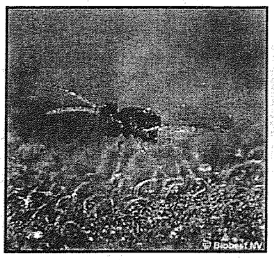
طفيل **Ttichogramma** يضع البيض داخل بيضة العائل



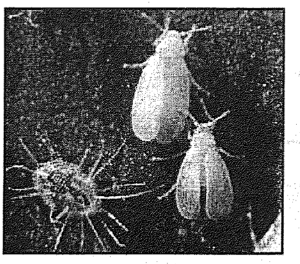
نمو وخروج طفيل **Ttichogramma** من بيضة العائل

4-4-3. طفيل *Encarsia formosa*

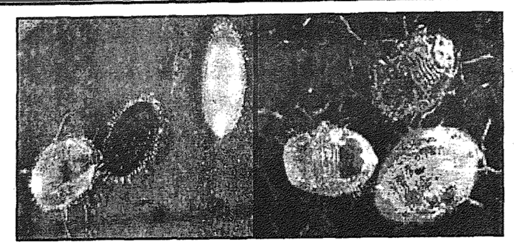
يستخدم لمكافحة العديد من أنواع الذبابة البيضاء فى الزراعات المحمية. يضع الطفيل البيض فى العمر الثالث أو الرابع من يرقات الذبابة البيضاء، تتغذى يرقات الطفيل حتى العمر اليرقى الثالث ثم تقوم بقتل العائل وتتحول إلى عذراء، ثم تخرج الحشرة الكاملة.



طفيل **Encarsia formosa**



الذبابة البيضاء (عائل)



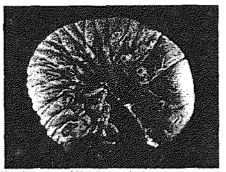
يرقات الذبابة البيضاء مُتطفل عليها



خروج الحشرة الكاملة للطفيل

4-4-4. النيماتودا المُمرضة Entomopathogenic nematods

تتلف يرقات خنفساء الجعل Scarb beetle مسطحات النجيل فى الحدائق والملاعب. يمكن مكافحتها بإستخدام النيماتودا المُمرضة *Entomopathogenic nematods*.



يرقات خنفساء الجعل
Scarb beetle



النيماتودا المُمرضة

4-5. الكفاءة النسبية للطفيليات والمفترسات الحشرية

تتشابه الحشرات المفترسة والمتطفلة فى قتلهما للعائل ؛ إلا أن القتل يحدث فى حالة المفترس بسرعة، وفى حالة الطفيل ببطىء. أدى ذلك إلى الإعتقاد بأن الإفتراس أكثر نفعاً وكفاءة من التطفل. إلا أن الواقع العملى يشير إلى أن للطفيليات قيمة أعلى من المفترسات فى برامج المكافحة الحيوية .

4 – 6 - مميزات المكافحة الحيوية

أ – طريقة إقتصادية في مكافحة الآفات.

ب – طريقة ذاتية التكاثر – تتصاعد فعاليتها دون تدخل يُذكَر – خاصة – فى الأشجار البستانية.

ج – تنتشر الأعداء الطبيعية من مكان إطلاقها إلى مسافات بعيدة وتغطى مساحات شاسعة.

د – لاتُسبب أى أضرار لكل من الإنسان أو الحيوان أو البيئة.

ه – أحد الفروع الرئيسية فى برامج الإدارة المتكاملة للآفات.

4-7. عيوب المكافحة الحيوية

أ- تحتاج إلى درجة عالية من الإدارة والتخطيط وحفظ السجلات.

ب- تستغرق وقتاً طويلاً لتحقيق النتائج المرجوة منها – مقارنة بالطرق الأخرى – قد تكون النتائج المتحصل عليها غيرمثيرة للإهتمام.

جـ- متخصصة جداً – بعكس الطرق الكيميائية ذات الطيف الواسع ضد آفات عديدة.

د- تحتاج إلى درجة كبيرة من الفهم لبيولوجية كل من الآفات وأعدائها الحيوية.

ه- أكثر كُلفة من المكافحة الكيميائية.

و- قد تحدث بعض النتائج السلبية - غير المتوقعة – التى تفوق كل الفوائد المتحصل عليها - مثل – تحول بعض الأعداء الحيوية إلى آفات عند القضاء على عوائلها.

4-8. طرق المكافحة الحيوية Biological control

4-8-1. بإستخدام المفترسات والطفيليات

4-8-1-1. الحماية والتنمية Conservation: تعتمد على حماية وتنمية قدرات وفعاليات الأعداء الطبيعية المتوطنة فى منطقة ما - بتغيير بعض العمليات الزراعية أو التركيب المحصولى أو الدورة الزراعية مع إستخدام بعض المبيدات الإختيارية - عند الضرورة - فى توقيتات دقيقة لاتتعارض مع نشاط الأعداء الحيوية الطبيعية بغرض زيادة أعداد هذه الأعداء الطبيعية المحلية بحيث تؤثر إقتصادياً على أعداد الآفة المعنية بشكل عجزت عنه من قبل رغم تواجدها نتيجة عدم ملاءمة الظروف البيئية.

4-8-1-2. طريقة الإدخال Importation: تعتمد على إدخال الأعداء الحيوية الطبيعية المتوطنة فى مناطق أخرى وتوطينها فى البيئة المراد مكافحة آفة ما بها - تعتبر من الطرق الناجحة - خاصة - فى حالة ما إذا كانت الآفة هى الأخرى وافدة من خارج المنطقة وإستوطنت فى البيئة المحلية - يطلق عليها - الطريقة التقليدية Classical biological control ؛ مثل - المكافحة الحيوية لحشرة البق الدقيقي الإسترالي فى الولايات المتحدة الأمريكية بواسطة إدخال العدو الحيوى *Rodalia cardinalis* - المتوطن فى إستراليا.

4-8-1-3. طريقة الإكثار Augmentaion: تهتم بإكثار العدو الحيوى الطبيعى بأعداد كثيفة وإطلاقه فى المحصول ؛ مع ضرورة تكرار المعاملة حتى يتسبب فى خفض أعداد الآفة ؛ مثل - تربية طفيل الترايكوجراما ونشره فى حقول القطن لمكافحة حشرة دودة اللوز الأمريكية.

4-8-2. المبيدات الميكروبية Microbial pesticides: أحد عناصر المكافحة الحيوية غير التقليدية. تضم كائنات حية دقيقة Microorganisms - مثل البكتريا، الفطريات، البروتوزوا والفيروسات (راجع فصل 5).

المكافحة الحيوية - ليست حديثة العهد ؛ يتعدى العمل فيها المائة عام ولكن - تزايد الإهتمام بها بدرجة ملحوظة فى الفترة الأخيرة ؛ يُعزى لسببين : الأول - إلى

ما نُشِر عن نجاحاتها الكبيرة مما لفت نظر العاملين فى مجال مكافحة الآفات والثانى – إلى تصاعد الإهتمام بتدهور وتلوث البيئة من جراء إستخدام المواد السامة فى مكافحة الآفات الزراعية.

4-9. المكافحة الحيوية للحشائش

تتواجد نباتات الحشائش فى البيئات المختلفة، منها ماينمو فى الأراضى الزراعية دون رغبة فى وجودها، ومنها ماهو نافع فى الحدائق والمتنزهات. تتواجد – أيضاً – فى المسطحات المائية، مسببة مشاكل عديدة – مثل – فقد الماء بالبخر أو حجب الضوء عن القاع – ومايترتب على ذلك من تداعيات سلبية على الكائنات المائية. قد تتسبب – أيضاً – فى حدوث أضرار بالمنشآت المائية – مثل – الجسور والكبارى ومنافذ المياه.

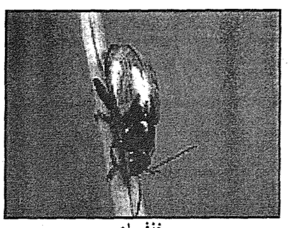
ترتكز نظرية المكافحة الحيوية للحشائش على الإعتماد المتبادل بين الحشيشة المراد مكافحتها ؛ وعنصر من عناصر المكافحة الحيوية، الذى يعتمد فى بقائه – غذائياً – على نبات الحشيشة ؛ لذا – قد يؤدى غياب هذا العنصر إلى حدوث زيادة وبائية فى كثافة نباتات الحشيشة. هناك وسائل عديدة لمكافحة الحشائش – مثل – الوسائل الميكانيكية والكيميائية والتشريعية والحيوية. لايتم اللجوء إلى الوسائل الحيوية إلا بعد فشل الطرق الأخرى، نظراً للمخاطر الناجمة عن إستيراد عناصر المكافحة الحيوية للحشائش – مثل – مهاجمة هذه العناصر لكائنات ذات قيمة إقتصادية فى البيئة الجديدة. المكافحة الحيوية للحشائش من الإجراءات المرغوب فيها – خاصة – فى حالة الإصابات الوبائية بالحشائش فى المساحات الشاسعة من الأراضى أو المسطحات المائية، التى يصعُب الوصول لها، أو المرغوب فى عدم تلوثها كيميائياً.

4-9-1. عناصر المكافحة الحيوية للحشائش:

4-9-1-1. الحشرات Insects: من أهم عناصر المكافحة الحيوية للحشائش. تتغذى على بعض الأجزاء الهامة لنبات الحشيشة – مثل – الأزهار أو البذور أو

السوق والجذور، فى حين - تُستخدم الحشرات التى تتغذى على الأوراق بحذر شديد. تنتمى أغلب العائلات الحشرية - التى تهاجم نباتات الحشائش - إلى رتب حرشفية الأجنحة، نصفية الأجنحة، غمدية الأجنحة وثنائية الأجنحة.

4-9-1-1-1. خنفساء Black dot spurge: تتغذى الخنفساء البالغة على المجموع الخضرى للأعشاب؛ فى حين - تتغذى اليرقات على جذور نباتات الحشائش. للحشرة جيل واحد فى السنة - تنتج الأنثى حوالى 150 فرد جديد/ السنة.



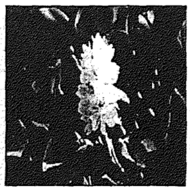
خنفساء
Black dot spurge



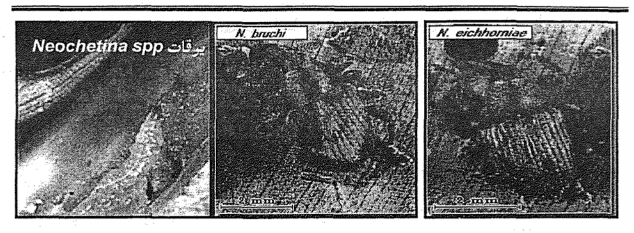
يرقات خنفساء
Black dot spurge

4-9-1-1-2. سوس *Neochetina spp.*:

منهـا نـوعين *Neochetina eichorniae*، *Neochetina bruchi* *(Curculionidae)*. متخصصان فى مكافحة نبـات ورد النيـل Water hyacinth (نبـات مـائى عـائم، المجموع الخضرى طاف أعلى السطح، والمجموع الجذرى مغمور بالماء، نسيج النبات إسفنجى يشكل الماء 95 % من وزن النبات). دخل مصر منذ 200 عام كنبات زينة.



نبت ورد النيل



تتغذى اليرقات عن طريق حفر أنفاق فى منطقة السويقة وتاج النبات ؛ فى حين – تتغذى الحشرات الكاملة على الأوراق مسببة ندب. تُحدِث هذه الأعراض مجتمعة إجهاداً للنبات وخفضاً لمعدل التزهير – بالتالى – خفض كمية البذور وخصوبة النبات.

أعراض الإصابة ـ نُدَب

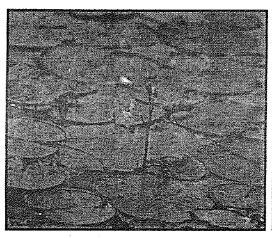
أعراض الإصابة ـ متقدمة

إصابة وبائية قبل العلاج

بعد العلاج

4-9-1-2. كائنات غير حشرية: مجموعة من الكائنات الحيوانية – غير الحشرية – أو النباتية – راقية أو دُنيا – تحُد من نمو وتكاثر الحشائش – مثل:

4-9-1-2-1. سمك عشب الشبوط Grass carp fish: يستخدم فى مكافحة الكثير من الأعشاب المائية الضارة – مثل Stonewort، Bladderwort، Coontail، Fanwort و Hydrilla. تتغذى هذه الأسماك – بشراهة – على الحشائش المفضلة لها – أولاً – ثم تتجه بعد ذلك للتغذية على النباتات الأخرى. يصل معدل النمو السنوى – لهذه الأسماك – حوالى 5 كيلوجرام – حتى تبلغ أقصى وزن لها حوالى 50 كيلوجرام.



حشيشة زنبق الماء

سمك عشب الشبوط

4-9-1-2-2. أكاروس نبات ورد النيل Water hyacinth mite *Orthogalumnat erebrantis (Arachnidae)* – متوطنة فى الولايات المتحدة الأمريكية. يسبب الإصابات المتقدمة منها جفاف أوراق النبات وتحوله إلى اللون البنى المائل إلى السواد. تحدث الأعراض فى مساحات صغيرة ومتناثرة – نادراً – ماتكون كافية لمكافحة الحشيشة.



أكاروس نبات ورد النيل

الفصل الخامس

5 - المبيدات الميكروبية

Microbial Pesticides

5-1. مقدمة

تمثل المكافحة الميكروبية – بإستخدام مُمرضات الآفات – أحد عناصر المكافحة الحيوية غير التقليدية. يتزايد إستخدامها السنوى بمعدل 10-25 %. المبيدات الميكروبية – كائنات حية دقيقة Microorganisms – مثل البكتريا، الفطريات، البروتوزوا والفيروسات، بعضها متخصص ضد آفة معينة – والبعض الآخر غير متخصص. تنجح بعض الفطريات فى مكافحة العديد من الحشائش. يمكن إستخدام عناصر المكافحة الميكروبية فى برامج المكافحة المتكاملة للحشرات Integrated Pest Management (IPM).

تتطلب عملية تطوير المبيدات الحيوية البحث فى مجموعة من الخطوات هى :

- البحث عن العناصر المرضية المناسبة.
- إمكانية عزل وتعريف المسبب المرضى ومدى قدرته على إنتاج مواد سامة Toxins من عدمه.
- تطوير عمليات إنتاج المسبب المرضى ومدى إنتاجه للجراثيم وضمان إستمراريتها.
- تحديد أهم العوامل والظروف المثالية التى تضمن تطور العدوى وظهور المرض.
- التأكد أن المسبب المرضى لن يهاجم أهداف أخرى Non target organisms غير المخصصة له.
- إمكانية تحضير المسبب المرضى فى صورة مستحضرات يمكن إستخدامها بسهولة.

- التأكد من نجاح مستحضرات المسبب المرضى حقلياً.
- تسجيل المُنتَج طبقاً للقواعد المنظمة لذلك.

5-2. كائنات مُمرضة للحشرات

Entomo pathogenic microorganism

أهم الكائنات الدقيقة الممرضة للحشرات:

أ – بكتيريا	Entomopathogenic bacteria
ب – فطريات	Entomopathogenic fungi
ج – فيروسات	Entomopathogenic virous
د – بروتوزوا	Entomopathogenic protozoa
ه – نيماتودا	Entomoparasitic nematodes

تتفاوت الأهمية التطبيقية الإقتصادية لعناصر المجموعات – السابق ذكرها. يُستَخدَم البعض منها على نطاق واسع – كما فى حالة المستحضرات البكتيرية للنوع *Bacillus thuringiensis* وسلالاته المختلفة، والفطر *Beauveria bassiana* والبعض الآخر لم يخرج عن نطاق التجريب مثل الفيروسات والبروتوزوا والنيماتودا الممرضة للحشرات. أصدرت وكالة حماية البيئة قائمة لأهم المسببات المرضية التى يمكن إستخدامها فى مجال المكافحة الميكروبية للحشرات.

5-2-1. البكتيريا المُمرضة للحشرات Entomopathogenic bacteria

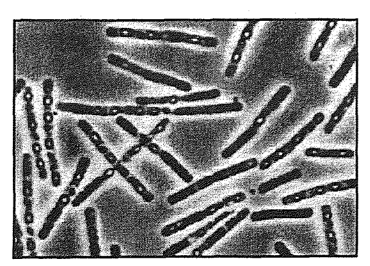
أنواع البكتيريا *Bacillus thuringiensis* و *B. lentimorbus* و *B. popillia* – أكثر الأنواع أهمية فى مجال المكافحة الميكروبية للحشرات. النوع *B thuringiensis* وسلالاته المختلفة مثل *Var. kurstaki*، *Var. thuringiensis* و *Var. aizawai* – من أهم السلالات التى تم الإستفادة بها على نطاق واسع فى مكافحة الحشرات. ينمو النوع *B. thuringiensis* على بيئات صناعية صلبة أو سائلة؛ لذا – أمكن إنتاجه بكميات كبيرة على شكل مساحيق قابلة للبل W. P. أو مستحلبات E.C. أو مساحيق

للتعفير Dust. لاتُمرِض – الأنواع السابقة – الإنسان أو حيوانات المزرعة أو النبات كما لا تضر بنحل العسل أو الحشرات النافعة.

5-2-1-1. بكتريا *Bacillus thuringinsis*

إكتُشِف أكثر من 90 نوعاً من البكتريا المتطفلة طبيعياً علــى الحشــرات – تــم عزلها من الحشرات والنباتات والتربة . خضع عدد قليل منها للدراسة مثل – بكتريا *Bacillus thuringinsis* – العماد الرئيسى لمبيدات الحشرات الميكروبية.

بكتريا (*Bacillus thuringinsis (B.t.* – عصوية موجبــة الجــرام -Gram positive تُكوِّن جراثيم جنسية Spores. تُنتِج العديد مــن التوكســينات القاتلــة للحشرات – مثل – الإندوتوكسينات السامة للحشرات والتوكســينات الخارجيــة وليسينات الدم والتوكسينات المعدية – خلال دورة حياتها؛ لِذا – لها فعل إبــادى على الحشرات – فى بعض الأحيان يكون لها تأثيرات سامة واسعة المدى. بــدأ إنتاجها – تجارياً – منذ حوالى 60 عام حيث تم عزلها لآول مرة عام 1901 فى اليابان من ديدان الحرير المصابة. أُطلِق عليها – فى ذلك الوقــت – *B.soto* – نظراً لتسببها فى إحداث مرض سوتو فى ديدان الحرير. تم وصفها عــام 1911 بواسطة العالم Berliner – أطلق عليها إسم *Bacillus thuringinsis* نظراً لقتلها فراشات دقيق البحر المتوسط فى مقاطعة Thuriungia بألمانيا. كان يعتقد أنهــا مبيد حيوى آمِن Safe biopesticides؛ له تأثير محدود على حشــرات حرشــفية الأجنحة *Lepidoptera* (الفراشات وأبى دقيقات) – ولم يكن هناك ما يدل علــى أن لها أى تأثيرات ضارة على الحيوانات والكائنات غيــر المســتهدفة. تطــورت المعلومات – بعد ذلك – حيث تم تعريف العديد من السلالات والتوكسينات الجديدة وإتسعت دائرة فاعليتها على كائنات حية جديدة – منها يرقات البعوض والذبابــة السوداء التى تنقل مرض العمى Blindness المنتشر فى أفريقيــا. تــؤدى *B.t.* فعلها عند التغذية على الجراثيم والأجسام البللورية؛ لِذا – يشار على أنها سموم معدية Stomach poison.



بكتريا *B.t.* العصوية

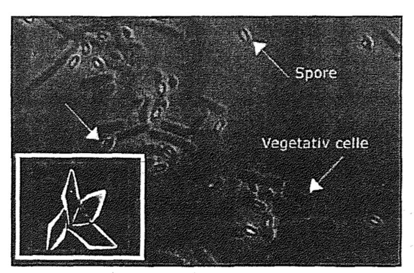
يشمل نوع *Bacillus thuringinsis* حوالى 34 تحت نوع Subspecies (تسمى Serotypes أو Varieties) تضم أكثر من 800 سلالة. يمكن وصفها – حتى الآن – بأنها آمنة على الإنسان والكائنات غير المستهدفة – تتواجد طبيعياً فى التربة أو على النباتات. تركزت درجة أمان بكتريا *B.t.* على التوكسينات – خاصة δ-endotoxin. – الفعالة على اللافقاريات.

يصل عدد التوكسينات السامة التى تنتجها بكتريا *B.t.* على مايزيد عن 170 توكسين داخلى Endotoxines – سامة على الحشرات فقط – إضافة إلى التوكسينات الخارجية Exotoxins والهيمولسينات Haemolysins والإنتيروتوكسينات، Entierotoxins جميعها – سامة على كل من الحشرات والحيوانات؛ لذا – لايمكن إرجاع فاعلية أى سلالة من سلالات *B.t.* إلى عامل دون آخر من العوامل السابقة – كما يجب النظر لعوامل الأمان للكائنات غير المستهدفة عن طريق فهم طبيعة التوكسينات المختلفة داخل النوع.

أحدث التقدم فى مجال التكنولوجيا الحيوية تغيراً فى المفاهيم العلمية عن درجة المخاطر والأمان النسبى؛ لذا – يجب أن تخضع هذه البكتريا إلى الفحص والتأكيد على درجة أمان مستحضراتها على الثدييات. سُجلت بكتريا *B.t.* كمبيد ميكروبى عام 1961 – كمبيد عام الإستخدام General Use Pesticides (GUP). أُعيد تسجيلها

عام 1998 تحت أسماء تجارية مختلفة. تمثل مستحضراتها أكثر مــن 90 % مــن إجمالى المبيدات الحيوية المباعة فى العالم حيث تقدر مبيعاتها الســنوية بمبلــغ 75 مليون دولار – وحوالى 1 % من إجمالى جميع أنواع المبيدات (مبيــدات فطريــات وحشائش وحشرات) المباعة. تتميز بدرجة أمان نسبى عالية تُمكّن إستخدامها حتى يوم الحصاد – حيث تصنف كمادة ضعيفة السمية ضمن Class III وتوضــع تحــت العلامة التحذيرية Caution – نظراً لأنها قد تسبب إلتهاب فى العيون والجلد (جدول 5-2 الجزء الأول). صدرت تقارير عديدة – خاصة – فى مجلة البيوتكنولوجى عــام 1994 – تربط بين علاقة بكتريا *B.t.* ببكتريا *B.cereus* التى تسبب إلتهاب الأمعــاء والمعدة فى الإنسان Gastroenteritis – لأن كِلا النوعين يشــتركان فــى الصــفات الخارجية؛ وإن تميز النوع *B.t.* بوجود الأجسام البللوريــة – تتكــون خــلال فتــرة التجرثم – يدعم إقتراح إمكانية حدوث نشاط عبورى ودمج بين كِلا النوعين.

بكتريا *Bacillus thuringinsis* من العوامل التى لها دور هام فــى فــى بــرامج الإدارة المتكاملة للآفات لآنها أقل ضرراً على المفترسات وأشــباه الطفيليــات مــن المبيدات التقليدية واسعة المدى Proad spectrum التى تؤدى إلــى الــدخول فــى طاحونة مبيدات الحشرات Insecticides tread mill . كما أنها تستخدم عند الحاجة – فقط – مما يعمل على الحفاظ على الأعداء الحيوية.



Proteincrystal

5-2-1-2. الإنزيمات والتوكسينات:

5-2-1-2-1. إنزيمات وتوكسينات خارجية Exoenzymes and Exotoxines

لها تأثيرات سامة غير مرغوب فيها:

أ- بيتا – أكسوتوكسين ß-exotoxins (توكسين الذباب – التوكسين الثابت حرارياً – ثرونيجنيسيز) : وزنه الجزيئى منخفض – ثابت ضد الحرارة حتى 70° م لمدة 15 دقيقة – له مدى واسع من الفاعلية على حشرات حرشفية وثنائية وغشائية ونصفية ومستقيمة الأجنحة – أيضاً – العديد من أنواع النيماتودا والأكاروس. فاعليته أعلى مايمكن عند معاملتها عن طريق غير طريق الجهاز الهضمى – نظراً – لتحطمه بواسطة إنزيمات الفوسفاتيز الموجودة فى المعدة. يمكنه النفاذ داخل الخلايا والأنوية فى الثدييات ويحدث أضراراً فى الكبد والكُلى وغدد الأدرينالين؛ لذا – يراعى فى عزلات بكتريا *B.t.* المستخدمة كمبيدات ميكروبية ألا تُنتج ß-exotoxins.

ب – إنزيمات خارجية Exoenzyme : تُنتج بكتريا *B.t.* العديد من الإنزيمات الخارجية مثل إنزيمات ليسينيز Lecithinase وبروتينيز Proteinase – التى تحدث خللاً فى الغشاء المعدى.

ج – هيموليسينات (ليسينات الدم) Haemolysins : تحلل كرات الدم فى الفقاريات. من العوامل الهامة المسببة للأمراض الجهازية فى الإنسان. تنتج سلالات *B.thuringiensis*.var.*kurstaki* – هيموليسين Haemolysin يماثل الموجود فى بكتريا *Bacillus cereus*.

د – توكسينات معوية Enterotoxins : تنتجها بكتريا *B.cereus* – بشكل أساسى – مسئولة عن حالات التسمم الغذائى. تنتج بعض أنواع *B.t.* مثل هذه التوكسينات.

هـ – بروتينات خضرية Vegetative proteins : عُزِل – حديثاً – أنواع من البروتينات الخضرية – مثال مركب Vip 3A – من بكتريا *B.t.* – عبارة عن سلاسل متجانسة من البروتينات – ذات نشاط واسع المدى ضد العديد من حشرات حرشفية الأجنحة مثل دودة ورق القطن ودودة البنجر.

5-2-1-2-2. توكسينات داخلية سامة للحشرات:

دلتا إندوتوكسين δ-endotoxins : تُنتِج غالبية سلالات بكتريا *B.t.* عند التجـرثم أجسام بللورية تحتوى على δ-endotoxins السام للحشرات. يمثل البروتين البللورى حوالى 20 – 30 % من البروتين الكلى عند التجرثم . تُنتج سلالات بكتريـا *B.t.* – فى معظم الحالات – خليطاً من δ-endotoxins (حوالى 170 جين) – تختلف فـى مدى نشاطها تجاه الحشرات. توجد جينات مبيدات *B.t.* – غالباً – على بلازميـدات مرتبطة كبيرة – يوضح هذا – حركتها الواضحة بين سلالات بكتريا *B.t.* حيث يمكن لسلالة واحدة أن تحتوى العديد من هذه الجينات. قد يتواجد نفس الجين فى سـلالات عدة.

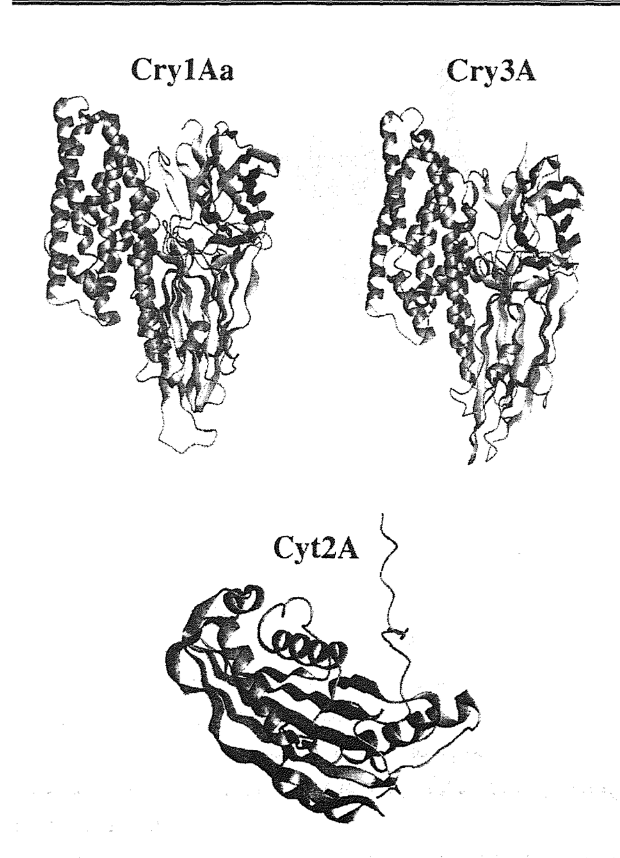
يطلق على البللورات البروتينية الموجودة إسـم بروتينـات بللوريـة كمبيـدات Insecticidel Crystal Proteins (ICP's). تتواجد البللورات البروتينية السامة فـى نوعين هما بروتينات Cry وبروتينات Cyt (شكل 5 – 1) – أظهرت الدراسات أنها تمتلك درجة عالية من التخصص للإرتباط على أغشية خلايا جدار المعدة الوسطى.

أ – بروتينات Cry : بدراسة التراكيب البللورية لبروتينـات Cry – بواسـطة أشعة X – وُجِدَ أنها تتواجد فى شكل ثلاثى الأبعاد يتكون من 36 % سلاسل مـن أحماض أمينية متشابهة. يحتوى هذا الشكل على مجالات Domains ثلاثة (شـكل 5 – 2). يشمل المجال الأول حزمة من سبعة حلزونات غير متوازية (متداخلـة) يُطَوِق الحلزون رقم 5 باقى الحلزونات – ويشمل المجال الثانى ثلاثة أغلفة – بيتا – غير متوازية (متداخلة) مرتبطة على شكل – يسمى فى الهندسة اللاكميـة – " المفتاح اليونانى Greek key ". يشمل المجـال الثالـث غلافـان ملتويـان غيـر متوازيان على شكل " بيتا سندويتش ß-sandwich " – فيما يُعرَف فـى الهندسـة اللاكمية " لفة الهُلام Jelly roll ". تُشير بعض الدراسات إلى أن للمجال الثالث فى بللورات Cry دوراً هاماً فى عملية تغليف المُستَقبِل للبروتين فـى غشـاء خلايـا المعدة الوسطى.

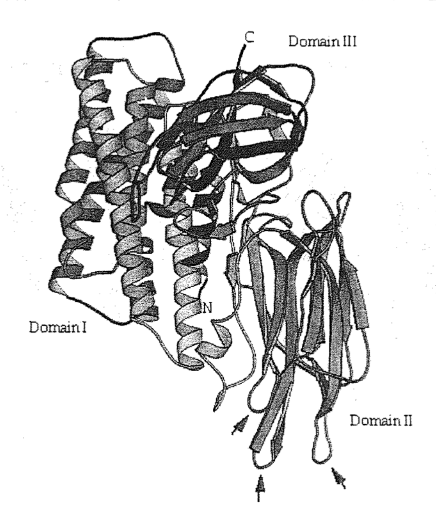
ب – بروتينات Cyt : ثبت – أيضاً – بواسـطة أشعة X. أنـها تحتـوى علـى نسبة أقل من 20 % من سلسلة الأحماض الأمينية الموجودة فى بروتينات Cry – إلا أن تركيب بروتين Cyt يختلف كلية عن تركيب بروتينات Cry. يحتوى بروتين Cyt على مجال فردى حيث تلف فيه الطبقتان الخارجيتان من الحلزون – ألفـا – حول خليط من طبقات بيتا (شكل 5 – 1). تقسم بروتينات Cry وبروتينات Cyt إلى 3 عائلات بناء على تركيب الحامض الأمينى ودرجة تخصصها العوائلى (جدول 5 – 1).

جدول (5-1): تقسيم بروتينات Cry وبروتينات Cyt.

حشرات حرشفية الأجنحة *Lepidopteran*	حشرات ثنائية الأجنحة *Dipteran*	حشرات غمدية الأجنحة *Coleopteran*
Cry 1 Aa	Cry 2 Aa	Cry 1 Ib
Cry 1 Ab	Cry 4 Aa	Cry 3 A
Cry 1 Ac	Cry 4 Ba	Cry 3 Aa
Cry 1 Ba	Cry 10 Aa	Cry 3 Ba
Cry 1 Ca	Cry 11 Aa	Cry 3 Ca
Cry 1 Cb	Cyt 1 Aa	Cry 7 Aa
Cry 1 Da	Cyt 2 Aa	
Cry 1 Fa		
Cry 1 Ib		
Cry 2 Aa		
Cry 2 Ab		
Cry 3 A		
Cry 9 Aa		



شكل (5 – 1): أشكال بروتينات Cry وبروتينات Cyt.



شكل (5 – 2): الأبعاد الثلاثية لبروتينات Cry.

5-2-1-3. أهم أنواع بكتريا *Bacillus*

تشمل بكتريا *Bacillus* على ثلاثة أنواع هامة (شكل 5-3):

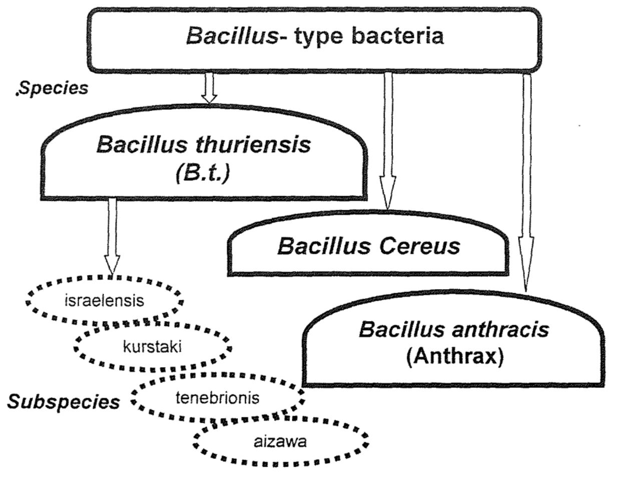
أ- بكتريا *Bacillus thuringinsis (B.t.) :* النوع الذى نحن بصدد دراسة أهميته فى مجال المكافحة الميكروبية للآفات الحشرية.

ب - بكتريا *Bacillus cereus* : مسئولة عن حالات التسمم الغذائى – نظراً – لإنتاجها التوكسينات المعوية Entierotoxins التى تسبب إلتهاب الأمعاء والمعدة فى الإنسان Gastroenteritis.

ج – بكتريا *Bacillus anthracis* : تسبب مرض حمى الجمرة الخبيثة Anthrax فى الثدييات.

تضم بكتريا *B.t.* (شكل 5 – 3) 4 تحت نوع – لها أهمية كبيرة فى مجال المكافحة الميكروبية للحشرات :

- *B.thuringiensis*.var.*israelensis* : فعالة ضد يرقات عائلة *Diptera*. تستخدم بنجاح فى مكافحة يرقات أنواع البعوض والذباب الأسود – دون أى تأثيرات مرئية على الكائنات غير المستهدفة.
- *B.thuringiensis*.var.*kurstaki* : فعالة ضد يرقات عائلة حرشفية الأجنحة (الفراشات وأبى دقيقات).
- *B.thuringiensis*.var.*tenebrionis(*var.*san diego)* : فعالة ضد يرقات الخنافس – مثل خنفساء بطاطس كلورادو.
- *B.thuringiensis*.var.*aizawa* : فعالة ضد يرقات فراشة الشمع فى خلايا النحل.

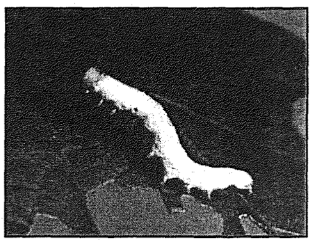


شكل (5 – 3): تقسيم تحت النوع لبكتريا *Bacillus thuringinsis*.

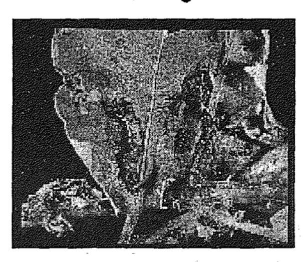
5-2-1-4. أعراض التسمم ببكتريا *Bacillus thuringinsis*

يجب أن تتغذى الحشرات على البكتريا حتى تستطيع التداخل مع الجهاز الهضمى. اليرقات أو الأطوار غير الكاملة أكثر أطوار الحشرات حساسية لبكتريا *B.t.*

- اليرقات المصابة ببكتريا *Bacillus thuringinsis* تكون غير نشطة. تتوقف عن التغذية بعد ساعات من المعاملة. قد يحدث – فى بعض الحالات – قيىء وخروج فضلات سائلة من المؤخرة.
- كِبَر منطقة الرأس فى اليرقات المعاملة مقارنة بحجم جسم اليرقات.
- شلل اليرقات المعاملة؛ يليه الموت – عادة – خلال أيام أو اسابيع من المعاملة؛ حيث يتحول لون اليرقات المعاملة إلى البنى المسود نتيجة تحلل الأنسجة.
- لا يؤدى هذا النوع من البكتريا إلى موت كامل المجتمع الحشرى المعامل.



يرقات غير مصابة



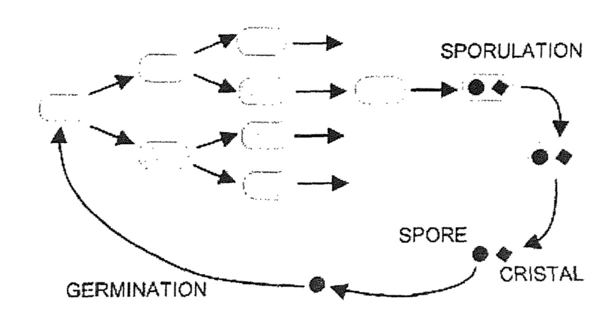
يرقات مصابة ببكتريا *B.t.*

5-2-1-5. دورة الحياة Life cycle

بكتريا *Bacillus thuringinsis*

تنتج بكتريا *B.t.* جراثيم Spores – الطور الساكن فى دورة حياة البكتريا، فى الظروف غير المناسبة للنمو – مثلها مثل أنواع البكتريا المختلفة. تنتج بكتريا *B.t.* – خلافاً للأنواع الأخرى من البكتريا – بللورات بروتينية مرافقة للجراثيم Parasporal. هذه البللورات هى المكوّن السام فى هذا النوع من البكتريا – الذى

ينفصل داخل معدة العائل ويحدث التسمم كما سيرد فيما بعد . تتكاثر الجراثيم فى نفس الوقت لتُعيد دورة الحياة (شكل 5 – 4).



شكل (5 – 4) : دورة حياة بكتريا Bacillus thuringinsis .

5-2-1-6. ميكانيكية إحداث الفعل السام لبكتريا *Bacillus thuringinsis*

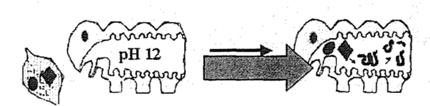
أ – دور دلتا إندوتوكسين δ-endotoxins : عند تناول الحشرة للبكتريا – يحدث تحلل بروتينى Proteolyzed للتوكسين الأولى Protoxin إلى توكسين نشط. يؤدى إستهلاك الغذاء المسمم بالإندوتوكسينات – عادة – إلى توقف يرقات الحشرات عن الأكل وحدوث شلل فى المعدة – يمنع مرور الغذاء المهضوم – مع السماح للجراثيم بالإنبات والتكاثر الخضرى. تصاب اليرقات – التى تأكل غذاء مسمم بجرعات عالية من التوكسينات – بشلل عام يعقبه الموت. أوضحت الدراسات الهستولوجية أن التوكسينات المنفردة من الأجسام البللورية ترتبط بمستقبلات – خاصة – على أغشية الخلايا الطلائية للمعدة الوسطى Mid gut؛ تحدث ثقوب تتداخل مع نُظُم الإنتقال الأيونى عبر جدار المعدة الوسطى، فتُحدث خللاً فى نفاذ أيونات البوتاسيوم – يؤدى إلى إنتفاخ الخلايا الطلائية وتحطمها – يترتب عليه – موت سريع (شكل

5 – 5) . أما الجرعات المنخفضة من التوكسينات – فإن تلف خلايا المعدة يكــون كافياً لإيقاف الإفرازات العادية فى المعدة – يترتب عليها – خفض حموضة الجــدار مما يسمح بإنبات الجراثيم ونفاذ الخلايا الخضرية وتضاعفها فى الهيموليمف فتحدث تعفن قاتل للدم **Lethal septicemia** يؤدى للموت.

ب – دور الجراثيم فى إحداث السمية : أثبتت الدراســات أن المســبب الرئيســى للموت فى معظم الحشرات – يرجع إلى البروتين البللورى؛ فى حــين – يكــون دور الجراثيم محدوداً. تشير بعض الدراسات – إلى أن إضافة الجــراثيم قد تنشط فعل δ-endotoxins .

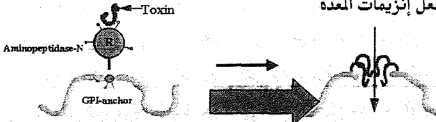
ج – التأثيرات تحت المميتة **Sublethal effects** : تنحصر التأثيرات تحت المميتة لبكتريا *B.t.* على يرقات الحشرات المعاملة فى تأخير النمو والتطور ونقص فى وزن وحجم اليرقات والعذارى وخفض معدل التعذر ومعدل خروج الحشــرات الكاملـــة – تحدث نقصاً فى الكفاءة التناسلية – فى الحشرات الكاملة؛ كما – لوحظ فـــى بعــض أنواع الحشرات – بعض التحورات فى السلوك الغذائى نتيجـــة التعــرض للجرعــات تحت المميتة.

MECHANISM OF TOXIN ACTION



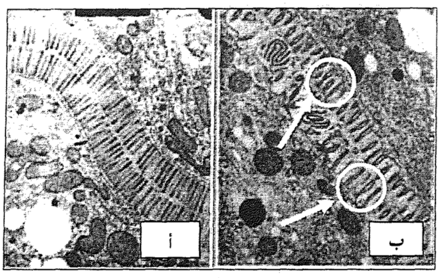
1ـ تناول البلورات والجراثيم عن طريق الفم

2ـ ذوبان البللورات وتحولها إلى بللورات سامة نشطة بفعل إنزيمات المعدة



3ـ السم النشط يرتبط مع مستقبلات (R) فى خلايا جدار المعى الأوسط

4 ـ السـم يـدخل إلى الغشـاء مسـببا تلفـه ممايؤدى إلى حدوث خلل فى نفاذيـة الخلايـا تسبب إنتفاخها وإنفجارها



شكل (5 - 5):

(أ) أنسجة الخلايا العمادية المبطن للمعدة الوسطى للحشرات سليم

(ب) الغشاء بعد مهاجمته ببللورات البروتين السامة

يوضح جدول (5 - 2) أهم مركبات بكتريا Bacillus المسجلة بواسطة وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA لمكافحة الحشرات فى الفترة من 1948 حتى 1991. يلاحظ من الجدول أن لأغلب المركبات فاعلية عالية ضد يرقات حشرات حرشفية وغمدية الأجنحة.

جدول (5 - 2): مركبات بكتريا .B.t المسجلة بواسطة وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA

الكائن الحى الدقيق	عام لتسجيل	الآفة الحشرية التى تتم مكافحتها
Bacillus popilliae + B. lentimorbus	**1948**	يرقات الخنافس اليابانية
B . thuringiensis Berliner	**1961**	يرقات حرشفية الأجنحة
B . thuringiensis israelensis	**1981**	يرقات ذات الجناحين
B . thuringiensis aizawai	**1981**	يرقات فراشة الشمع
B . thuringiensis san diego	**1988**	يرقات غمدية الأجنحة
B . thuringiensis tenebrionis	**1988**	يرقات غمدية الأجنحة
B . thuringiensis EG2348	**1989**	يرقات حرشفية الأجنحة
B . thuringiensis EG2371	**1989**	يرقات حرشفية الأجنحة
B . thuringiensis EG2424	**1990**	يرقات غمدية وحرشفية الأجنحة
B . sphaericus	**1991**	يرقات ذات الجناحين

5-2-1-7.تأثيرات بكتريا *Bacillus thuringinsis*

5-2-1-7-1.التأثيرات التوكسيكولوجية Toxicological Effects

أ-السمية الحادة Acute toxicity : بكتريا *B.t.* غير سامة للإنسان والحيوان والطيور – عند تعرض الإنسان لجرعة فمية مقدارها 1000 ملجم/ يوم. أثبتت الدراسات الواسعة على الحيوانات – بطرق وجرعات مختلفة – عدم حدوث أى تأثيرات.

لم تلاحظ أى سمية عند تغذية الفئران والجرذان على بللورات البروتين الناتجة من *B.t.var.israelensis* حيث تراوحت قيمة LD_{50} بين أعلى من 5000 ملجم/كجم و 1300 ملجم/كجم. لم تُحدث جرعة واحدة مقدارها 10000 ملجم/كجم أى سمية فى كل من الفئران والجرذان والكلاب. قيمة LD_{50} الجلدية لمستحضرات *B.t.* فى الأرانب 6280 ملجم/كجم، فى حين – لاتؤثر الجرعة الفردية عن طريق الجلد حتى 7200 ملجم/كجم على الأرانب. تسبب جرعة مقدارها 100 جرام – عند وضعها فى عين الأرنب – إلتهابات وإحتقان وإحمرار فى قزحية العين وتورمها. قد تحدث إلتهابات قليلة جداً للحيوانات عن طريق الإستنشاق – قد تكون راجعة إلى طبيعة المستحضر المستخدم.

ب – السمية المزمنة Chronic toxicity: لم تلاحظ أى تأثيرات تناسلية Reproductive effects أو تشوهات فى مواليد الحيوانات Teratogenic effects، أو أورام خلال عامين من التعرض المزمن للفئران بجرعة مقدارها 8400/كجم/يوم من مستحضرات البكتريا *Bacillus thuringinsis* . لوحظ حدوث بعض التأثيرات الطفرية فى أنسجة النبات؛ قد تكون راجعة لتطفل البكتريا على خلايا النبات – إلا أنها لم تلاحظ فى الحيوانات.

5-2-1-7-2.التأثيرات البيئية Ecological effects

أ- غير سامة للطيور والأسماك والمفترسات الحشرية والحشرات النافعة – خاصة النحل.

ب – حيوية بكتريا Bacillus thuringinsis فى البيئة.

- التحطم فى التربة والمياه الجوفية Breakdown in soil and groundwater

– متوسط الثبات فى التربة (يبلغ نصف العمر حوالى 4 شهور).

– تنطلق الجراثيم عند تحلل الحشرات الميتة بسبب بكتريا *B.t.*

– تثبيط نشاط بكتريا *B.t.* فى التربة بدرجة عالية عند تركيز أيـون الأيـدروجين أقل من 5,1 .

– لاتنتقل مع المياه الأرضية لسرعة تحطمها الحيوى.

- التحطم فى الماء السطحى Breakdown in water

ليس لها تأثير – إلا أنه يجب عدم إستخدامها فى الماء على كائنات لاتتأثر لمدة تتجاوز 48 ساعة – لإحتمال إرتباطها بالمواد العضوية الموجودة فى التربة.

- التحطم فى الخلايا Breakdown in vegetation

تتحطم بواسطة Ultraviolet (UV) الموجودة فى أشعة الشمس حيث تبلغ فتـرة نصف الوقت 3,5 ساعة – لذا لاتؤثر على النباتات والبذور.

5-2-1-8. تنشيط فاعلية بكتريا *Bacillus thuringinsis*

لبكتريا *B.t.* أثر باقى قصير جداً وتلعب الأشعة فوق البنفسجية – الموجودة فـى الضوء العادى – الدور الرئيسى المؤثر – يؤدى إلى فقد البكتريا لفاعليتها. لتفسـير ذلك – إقترح بعض الباحثين الكنديين أن هناك بعض الشوائب التى تتواجد طبيعياً فى بللورات البروتين – وعند تعرضها لضوء الشمس – تنشـط وتـؤدى إلـى تحطـم بللورات البروتين. إقترح Pozsgay – أيضاً – عام 1987 أن ضوء أشعة الشـمس يحطم الحامض الأمينى تربتوفان فى البللورات فتفقـد البكتريـا فاعليتهـا. أُجريـت محاولات عديدة للمحافظة على فاعلية بكتريا *B.t.* :

أ– إضافة بعض الصبغات الماصة للأشعة فوق البنفسجية : تضـاف مـواد لهـا القدرة على إمتصاص الأشعة فوق البنفسجية – خاصة التى تقع فى المـدى 330 – 400 نانوميتر؛ مثال ذلك – إضافة صبغة DS-49 بنسبة 1-% أدى إلى زيادة فاعلية

بكتريا *.B.t* بنسبة 2,9 مرة – فى حين تزيد إضافة صــبغة كونجــورد Congo Red بنسبة 2 % – الفاعلية بنسبة 3,3 مرة – تطيل – أيضاً – عملية وضع البكتريا فى كبسولات من النشا المحتوية على صبغة Congo Red بنســبة 1 % فتــرة نصــف العمر للبكتريا إلى 12 يوم. الجدير بالذكر – لاتتعدى فترة نصف العمر دون التعرض للضوء 2 يوم. ثبت أن إضافة صبغة Congo Red المذابة فــى المــاء مــع 25 % مولاس – تزيد فاعلية البكتريا على المحاصيل المعاملة. من الطرق الحديثة لحمايــة بكتريا *.B.t* هو كبسلتها داخل خلايا ميتة من بكتريا *Pseudomonas flouresins* التى تتواجد فى جذور نباتات الذرة.

ب – إستخدام بعــض المستخلصــات مــن النباتــات العائلــة : تُنشــط بعــض المستخلصات النباتية من النباتات العائلة لبكتريا *.B.t* عند خلطها بها ضد دودة ورق القطن – جدول (5 – 3).

جدول (5 – 3): الفعل التنشيطي لبعض المستخلصات النباتية على بكتريا *.B.t* .

نوع المستخلص	مستخلص مائي		مستخلص إيثير بترول	
	LD_{50} µg/ml	Potency IU/mg	LD_{50} µg/ml	Potency IU/mg
قطن	121,6	84359	36,5	281842
برسيم	152,7	67195	89,4	114743
بطاطا	121,8	84241	69,2	148237
خروع	121,6	84345	92,4	111018
كرنب	123,81	28853	50,5	203130
خس	133	77147	115,1	89123
مقارنة	131,7	77889	138,9	73857

(مأخوذ عن سلامة وآخرون 1985 أ – بتصرف)

جـ – إضافة بعض المواد الغذائية والمواد الإضافية الكيميائية : تزيــد إضــافة بعض المواد – مثل Coax والمولاس ودقيق فول الصويا والسكروز ومخالنيطها مــع

مسحوق ورق القطن أو مستخلصاتها – كفاءة بكتريا *B.t.* ضد دودة ورق القطن (جدول 5 – 4). قد تزيد بعض الأملاح غير العضوية فاعلية بكتريا *B.t.* من *entomocidus* و *gallerieae* جدولى (5 – 5 و 5 – 6). أدى إضافة بعض الأحماض الأمينية والمركبات النيتروجينية إلى زيادة فاعلية بكتريا *B.t.* ضد دودة ورق القطن (جدول 5 – 7).

أجريت – أيضاً مجموعة من التجارب لتقييم فاعلية بعض المواد والمخاليط – ضد دودة ورق القطن – مثل ألبيومين البيض والخميرة والنشا والسليولوز وزيت بذرة القطن – كواقيات لبكتريا *B.t.* من النوع *entomocidus*. ثبت فاعليتها بدرجات متفاوتة فى هذا الشأن.

جدول (5 – 4): تأثير إضافة بعض المواد على فاعلية بكتريا *B.t.* .

المواد المضافة	LD_{50} µg/ml	Potency IU/mg
مقارنة (بدون إضافات)	200,3	30734
Coax 2%	152,3	40420
سكروز2%	110	51055
دقيق بذرة قطن3٪ + سكروز1٪	176,6	31801
دقيق بذرة قطن3٪ + سكروز2٪	182,6	30756
دقيق بذرة قطن5٪ + سكروز1٪	158,4	35455
دقيق بذرة قطن5٪ + سكروز2٪	112,1	50098
مقارنة (بدون إضافات)	185,7	62032
مولاس 1 ٪	170,1	67709
مولاس 2 ٪	162,5	70884
مولاس 5 ٪	105,1	109568
مقارنة (بدون إضافات)	121,9	91565
مسحوق ورق قطن 5 ٪	123,2	90592

تابع جدول (5 – 4):

المواد المضافة	LD50 µg/ml	Potency IU/mg
مسحوق ورق قطن 5 ٪ + سكروز 2 ٪	93,4	119467
مستخلص بتروليم إثير لورق القطن 0,1 ٪	88,3	126336
مستخلص بتروليم إثير لورق القطن 0,1 ٪ + سكروز 2 ٪	64,9	171958
مستخلص مائي لورق القطن 5 ٪	121,6	91791
مستخلص مائي لورق القطن 5 ٪ + سكروز 2 ٪	89,1	125231
دقيق فول صويا 5 ٪	86,9	128489

(مأخوذ عن حافظ وآخرين 1987 – بتصرف)

جدول (5 – 5): تأثير بعض الأملاح غير العضوية على كفاءة بكتريا *B.t.* الصنف *entomocidus*.

الكيمائيات المضافة	LD50 µg/ml	Potency IU/mg
مقارنة (بدون إضافات)	333	182583
Calcium oxide 0.05%	43,6	1394445
Calcium hydroxide 0.01%	164,2	370280
Calcium acetate 1 %	37,7	1612732
Calcium carbonate 0.25 %	55	1105455
Calcium sulphate 1 %	64	9500000
مقارنة (بدون إضافات)	360	168889
Zinc sulphate 0.05 %	15	4053333
Copper sulphate 0.05 %	111	547748
Copper oxide 0.05 %	143	425175
Sodium sulphate 0.25 %	275	221091

جدول (5 – 6) تأثير بعض الأملاح غير العضوية على كفاءة بكتريا .B.t الصنف *gallerieae*

الكيمائيات المضافة	LD50 µg/ml	Potency IU/mg
مقارنة (بدون إضافات)	138,16	661494
Calcium oxide 0.05%	29,06	186286
Calcium hydroxide 0. 1%	29,91	3055567
Calcium acetate 0.05 %	37,11	2462732
Calcium nitrate 1 %	39,48	2314894
Calcium carbonate 0.1%	29,56	3082361
Calcium sulphate 0.05 %	77,31	869046
Potassium carbonate	7,59	12041106
Zinc sulphate 0.1 %	40,15	2276264
Copper oxide 0.05 %	13,8	6622609
Copper carbonate 0.05 %	9,45	9671111
Copper phosphate 0.05 %	27,75	3293405

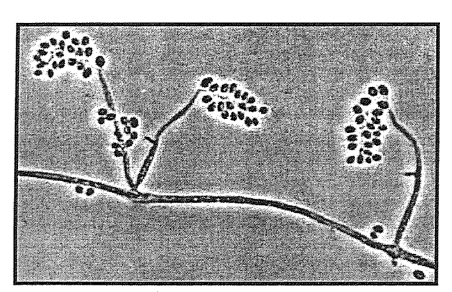
جدول (5 – 7): تأثير إضافة بعض الأحماض الأمينية والمركبات النيتروجينية على فاعلية بكتريا *.B.t*

المواد المضافة	LD50 µg/ml	Potency IU/mg
مقارنة (بدون إضافات)	360	168889
L-Tryptophane 0.5 %	28	2171482
L-Arginine 0.1 %	100	608000
Acetamide 1%	15	4053333

5-2-2. الفطريات المُمرضة للحشرات Entomopathogenic Fungi

عبارة عن خيوط رفيعة مستدقة ومتداخلة كنسيج العنكبوت تعرف بإسم الهيفات Hyphae؛ ترتبط مع بعضها مكونة الميسليوم. تقوم الهيفات والميسليوم فى الفطر مقام الجذور والسيقان والأوراق فى النبات – والجراثيم بدلاً من البذور. يوجد حوالى 400 نوع من الفطريات التى تصيب الحشرات. إستُخدمَت الفطريات بكثرة فى مكافحة الآفات – خاصة – فى المناطق عالية الرطوبة حيث تلائم الرطوبة المرتفعة عملية إنبات الجراثيم؛ لذا – يجب تطوير مستحضرات الفطر بحيث تحتفظ – بقدر الإمكان – بالرطوبة Moisture-retaining. التربة – من أكثر البيئات ملائمة للمكافحة الحيوية بواسطة الفطريات المُمرضة للحشرات؛ لذا – يمكن إستخدامها فى مكافحة حشرات التربة الضارة. من أهم أنواع الفطريات التى تصيب الحشرات ولها أهمية إقتصادية – *Beauveria bassiana* و *Metarhizium anisopliae* و *Psecilomyces spp*. الفطريات – مُمرضات قوية للحشرات – غير أنها بطيئة التأثير. تتواجد الجراثيم الكونيدية Conidium – (شكل 5 – 6) – وحدة العدوى فى الفطريات المُمرضة للحشرات – فى مجموعات على قمم باقة من الحوامل الصغيرة التى تتكون من هيفات متجمعة. تخترق الجراثيم كيوتيكل الحشرة نتيجة الضغط الميكانيكى بواسطة الأنبوب الجرثومى – أيضاً – بواسطة التحلل الإنزيمى للكيوتيكل بالإنزيمات المحللة للبروتينات Proteases والمحللة للكيوتيكل Chitinases التى تُفرزها الفطريات المتطفلة. يؤثر الكثير من العوامل البيئية على كفاءة الفطريات بشدة – مثل أشعة الشمس، تؤثر تأثيراً سلبياً على إنبات الجراثيم لإحتياج الجراثيم لدرجات عالية من الرطوبة النسبية لكى تنبت – وضرورة ملامسة الجراثيم لجسم الحشرة أو أحد أطوارها وفى مكان رقيق يسهل إختراقه عن طريق أنابيب الإنبات. كما قد تقتل مبيدات الفطريات التقليدية – التى تستخدم على المستوى الحقلى لمكافحة الفطريات الممرضة للنبات – الفطريات الممرضة للحشرات . يمكن إستخدام مستحضرات الفطريات الممرضة للحشرات رشاً أو تعفيراً حسب الشكل المصنعة عليه – مساحيق قابلة للبل W.P. أو مساحيق تعفير D.. يعيب المستحضرات

التجارية من الفطريات الممرضة للحشرات أنها قد تسبب حساسية للقائمين على إستخدامها – كما حدث فى الصين عند مكافحتهم لثاقبات الذرة بإستخدام أحد المستحضرات التجارية للفطر *Beauveria bassiana*.



شكل (5ـ6): الجراثيم الكونيدية للفطريات.

يسبب فطر *Beauveria bassiana* للحشرات مرض يسمى البياض المسكى White muscardine disease. عند تلامس جراثيم الفطر لكيوتيكل الحشرات الحساسة له فإنها تنبت وتخترق الكيوتيكل لتصل إلى داخل جسم العائل – حيث يبدأ الفطر فى إفراز مواد سامة داخل جسم الحشرة – يؤدى إلى جفاف الجسم – ثم الموت. لايتطلب فطر *Beauveria* والفطريات الأخرى الممرضة للحشرات – عكس أمراض الحشرات البكتيرية والفيروسية – تناولها بواسطة الحشرة العائل لإحداث العدوى – حيث تحدث العدوى بمجرد ملامسة الكيوتيكل وبداية نمو الفطر مما يؤدى إلى تغطية جسم الحشرة بطبقة من العفن الأبيض White mold؛ لـذا – سُمى المرض بإسم البياض المسكى. وهو مشابه فى المظهر للمرض الذى يصيب العنب المسكى – الذى ينتج عنه ملايين الجراثيم التى تنتشر فى البيئة.

تجدر الإشارة – إلى أن الفطريات الممرضة للحشرات غير متخصصة فأى نوع منها قد يصيب أكثر من نوع من الحشرات التى قد تنتمى إلى عائلات ورتب حشرية

مختلفة. حيث يصل عدد أنواع الحشرات التى يمكن أن يصيبها الفطر *Beauveria bassiana* إلى أكثر من 44 نوعاً مختلفاً من بينها الحشرات النافعة. تموت الحشرات المصابة بالأمراض الفطرية خلال 6 – 10 أيام من الإصابة وقد تطول عن ذلك. لاتصلح الفطريات الممرضة للحشرات منفردة فى مكافحة الكثافات العالية من الآفات. من أهم الآفات الحشرية التى يمكن مكافحتها بواسطة بكتريا *Beauveria bassiana* – المن، الذبابة البيضاء، التربس، النطاطات، النمل الأبيض، الذباب، الخنافس، ثاقبات الذرة، فراشة كودلنج والأكاروسات. هناك – أيضا – بعض الأعداء الحيوية التى تكون حساسة لها.

5-2-2-1. كيفية حدوث الإصابة بالفطريات الممرضة للحشرات:

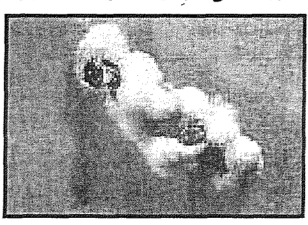
تتغلب العديد من الفطريات الممرضة للحشرات على عوائلها بعد أن تصل إلى الحد الأقصى من النمو فى الأحشاء الداخلية للحشرة. تسبب السموم الفطرية موت العائل. يصعب تقدير السموم الفطرية – المُنتَجَة من الفطريات – ربما لأن هذه السموم قد تنتج من العديد من الفطريات النشطة الموجودة فى العائل.

تحدث الإصابة بالفطريات الممرضة للحشرات على عدة مراحل :

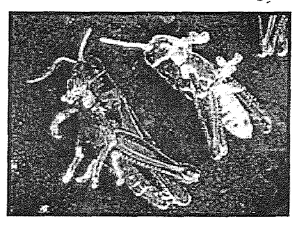
- تُهاجم وحدة العدوى (الجراثيم الكونيدية أو الجراثيم الزيجية) لجُليد الحشرة (جدار الجسم) أو الكيوتيكل.
- تنبت – هذه الجراثيم – فى حالة توافر الرطوبة على الكيوتيكل.
- يخترق الكيوتيكل بواسطة أنابيب الإنبات مباشرة بواسطة خطافات يكونها الفطر – بمساعدة بعض الإنزيمات المُحَلِلة للكيوتيكل أو من خلال فتحات الثغور الموجودة على جدار الجسم.
- تتضاعف وتزداد الهيفات الفطرية بالتبرعم Budding داخل جسم الحشرة أو فى الأحشاء الداخلية – ينتج عنها أعراض تشبه الزهرة البيضاء White bloom.
- إنتاج التوكسينات أو السموم الفطرية نتيجة التمثيل الغذائى لهذه الهيفات.

- ينمو الميسيليوم ليشمل جميع أجزاء جسم العائل الداخلية.
- تخترق الهيفات الموجودة داخلياً إلى خارج الكيوتيكل.
- إنتاج الوحدات الممرضة أو الجراثيم لتُعطى الشكل المميز للمسبب المرضى على السطح الخارجى لجسم الحشرة كما هو موضح فى النماذج التالية .
- يموت العائل الحشرى – عادة خلال 6 – 10 أيام.

لذا – تقتل الفطريات – التى لها كفاءة إختراق عالية لجسم الحشرة ولها قدرة على إفراز كميات كبيرة من السموم الفطرية – عوائلها بسرعة كبيرة أسرع من الفطريات التى تُمرِض الحشرات فقط دون أن تُنتِج سموم.



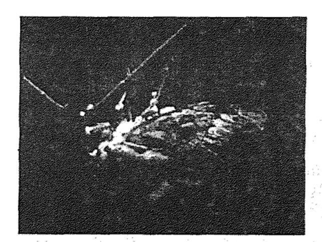
يرقة مصابة بفطر
Beauveria bassiana



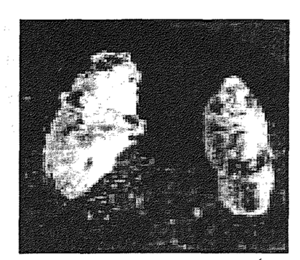
أعراض إصابة الجراد بفطر
Beauveria bassiana



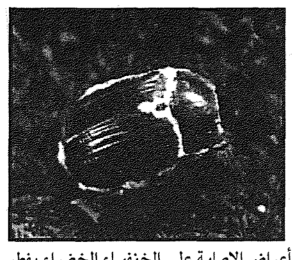
أعراض إصابة وموت حشرة **Cicada**
بواسطة فطر *Beauveria bassiana*



موت حشرة **Cicada**
وهى معلقة على فرع نباتى



أعراض إصابة حشرة الحنطة بفطر
Beauveria bassiana



أعراض الإصابة على الخنفساء الخضراء بفطر
Beauveria bassiana
تُعرف بإسم **Sugar icing fungus**

السموم الفطرية **Fungal Toxins**: هناك ثلاثة فطريات تستطيع أن تُنتِج سموم داخل عوائلها – فطريات *Beauveria bassiana* ، *Metarhizimn anisopliae* و *Aspergillus ochracens*. بالرغم من أن بعض المركبات الناتجة من الفطريات معروفة التركيب – إلا أن – العديد منها غير معروف نشاطها البيولوجى أثناء فترة تطور المرض.

من أهم التوكسينات التى تم عزلها من الفطر *Beauveria bassiana* :

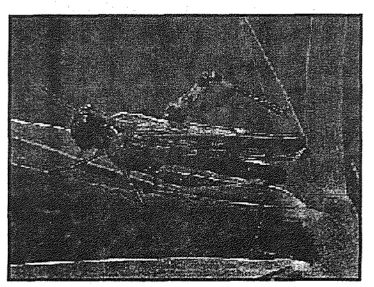
مركب **Beauvericin** – يتكون من ثلاثة جزيئات من **N-methyl phenylalanine** ترتبط مع ثلاثة جزيئات من **2-hydroxyisovaleric acid**.

مركبى **Beauverolide-H** و **Beauverolide-I** – عبارة عن تركيبين متشابهين من **Cyclotetradepsipeptides** تم عزلهما من ميسليوم الفطر. مركب **Bassianolide** – عبارة عن **Cyclodepsipeptides**؛ يتكون من إرتباط أربعة جزيئات من كل من **D-α-hydroxyisovaleric acid** و **L-N-methyl leucine**، ومستخرج من ميسليوم فطر *Beauveria bassiana*. للمركب القدرة على قتل العمر الخامس من ديدان الحرير *Bombyx mori*، سواء بالتغذية أو بالحقن بمعدل **5µg/1.2g larva**. ينتج فطر *Beauveria bassiana* – أيضاً – بعض المركبات الأخرى مثل الصبغات وبعض الأحماض وبعض المواد الطيارة؛ قد تُحدث تأثيراً ساماً على بعض الحشرات.

Beauvericin

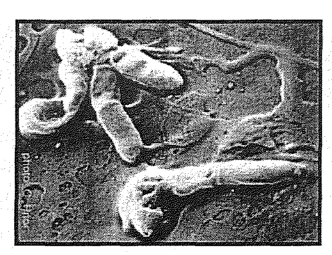
5-2-2-2. مبيد الجراد الحيوى (العضلة الخضراء Green muscle):

تهدد حشود الجراد المساحات الزراعية حول العالم - خاصة أفريقيا. تأكل أسراب الجراد فى ساعات - مايُعرى حقول المحاصيل - حيث ذُكِرت فى القرآن الكريم كعقاب من الله للبشر الضالين. تعتمد برامج المكافحة على إستخدام كميات كبيرة من مبيدات الحشرات التقليدية فى مكافحتها. قلل مبيد الجراد الصحراوى من كميات المبيدات التقليدية المُتلفِة للبيئة والقاتلة لأسراب الطيور والأسماك والمهدد لصحة البشر.

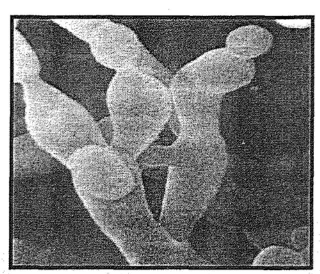


حشرة الجراد الصحراوى *Desert Locusts*

Schistocerca gregaria



جراثيم فطر
Metarhizium anisopliae
فى مستحضر الزيت نامية على كيوتيكل الجراد



هيفات فطر
Metarhizium anisopliae

نتيجة التعاون البحثى بين كل من المعهد الدولى للزراعة الإستوائية فى أفريقيا **International institute of tropical agriculture(IITA)** والمركز الدولى للعلوم البيولوجية والزراعة فى المملكة المتحدة – تم التوصل إلى مبيد حشرات ميكروبى مكون من جراثيم الفطر *Metarhizium anisopliae* مع مزيج من بعض الزيوت المعدنية والنباتية. يحتوى المستحضر التجارى للفطر **" Green Muscle 189® "** على **50000** بليون **Conidia** لكل واحد كيلوجرام من مستحضر المبيد. يؤدى المبيد

فعله خلال فترة قد تمتد إلى ثلاثة أسابيع حتى يقضى على الحشرات تماماً. تتوقف طول فترة حضانة الفطر على درجة حرارة البيئة – حيث ينمو بصورة جيدة فى المدى (15 – 35 °م) – الدرجات السائدة فى أفريقيا؛ كما – لايتطلب نمو جراثيم الفطر درجات رطوبة نسبية مرتفعة. عند رش المبيد على أسراب الجراد – تعمل طبقة الزيت على إلتصاق جراثيم الفطر على سطح الحشرة، كما تؤثر على طبقة الكيوتيكل وتجعلها أكثر ليناً فتسهل مرور الماء من داخل الحشرة فتتم عملية نمو الجراثيم. تنمو جراثيم الفطر مكونة أنابيب جرثومية – بمعدل أنبوب لكل جرثومة – تعمل على إختراق كيوتيكل الحشرة – عن طريق نشاط مجموعة من الإنزيمات، إضافة إلى عملية الضغط الطبيعى – حيث يغزو الفطر أنسجة وتجويف الحشرة.

5-2-3. الفيروسات المُمرِضة للحشرات Entomopathogenic virus

عبارة عن جزيئات فوق ميكروسكوبية – تقوم بتكرار نفسها داخل الخلايا الحية – فقط – وتسبب أمراضاً للعائل. تختلف الفيروسات عن المسببات المرضية الأخرى فى أنها غير خلوية ويمكن وصفها بأنها جسيمات كيميائية تتكون من حامض نووى يحيط به غلاف من البروتين الواقى يسمى الجسم الضمين Inclusion body. الباكولوفيروسات – عبارة عن فيروسات عصوية الشكل ذات حامض نووى مزدوج التخطيط عالية التخصص – تعتبر من المسببات المرضية الهامة للحشرات؛ لذا – تعتبر من وسائل المكافحة الحيوية المتخصصة. يحُد من التوسع فى إستخدامها – عدم الوثوق من درجة أمانها. تنتمى الفيروسات الممرضة للحشرات إلى ستة مجموعات رئيسية؛ يتشابه بعضها مع الفيروسات الممرضة للفقاريات؛ لذا لا يمكن إستخدامها فى هذا المجال لخطورتها.

من أهم الأنواع التى تُستَخدَم فى مكافحة الحشرات:

أ – فيروسات The nuclear polyhedrosis virus (NPV)

ب – الفيروسات المحببة The granulasis virus (G.V.)

ج – الفيروسات الحرة The-cytoplasmic polyhedrosis virus (CPV)

تحتوى – الأنواع الثلاثة من الفيروسات – فى تركيبها علـى جسـيمات دقيقـة تسمى " فيرونات Virions ". تختلف فى شكلها – حسب نـوع الفيـروس. تتواجـد داخل الجسم الضمين Inclusion body. يتواجد فى النوع الأول العديد من الفيرونات داخل كل جسم ضمين – يتكون من بروتين بولى هيدرين. يحتوى النـوع الثـانى – الفيروسات المحببة – على فيرون واحد داخل كل جسم ضمين مكون مـن بـروتين الجرانيولين. الفيرونات فى النوع الثالث حرة وغير مشتملة على أى جسم ضـمين. عزل الباكولوفيروسات – أساساً – من حشرات حرشفية وغشائية الأجنحة؛ كمـا – تم عزل بعض العزلات من حشرات ثنائية وغمدية وشبكية الأجنحة وبعـض أنـواع القشريات.

تحدث الإصابة – بالأنواع الثلاثة – عن طريق تغذية الحشرات على غذاء ملـوث بها . تتحلل الجسيمات الضمينة – فى النوعين الأول والثانى بمجرد تناول الفيروس – فى عصير الأمعاء الوسطى القلوى (pH يتـراوح بـين 9 – 10,5) – فيتحـرر الفيرون الذى يخترق الغشاء المبطن للأمعاء ويبدأ فى التكـاثر. تتضـاعف – هـذه الفيرونات – وتنتشر بصورة حرة كفيروس غير ضمين. تتحول بعض الفيرونات إلى جسيمات ضمينة فى وقت متأخر داخل اليرقات المصابة. تنتشـر – هـذه الأجسـام الضمينة – عند موت هذه اليرقات فى البيئة مما يؤدى إلى إنتشار العدوى . يتراوح الوقت اللازم لقتل الحشرات بين 6 – 24 يوم أو أكثر. يعتمد ذلك – على مجموعـة من العوامل أهمها مقدار جرعة الفيروس، مرحلة نمو كل من العائـل والفيـرون – أيضاً – درجة تحمل الحشرة.

سُجِل النوع H2NPV – كأول مبيد ميكروبى فيروسى – فى الولايـات المتحـدة الأمريكية بواسطة وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA لمكافحة ديدان لـوز القطـن ودودة البراعم عام 1975 – تم إنتاجه وتسويقه بواسطة شركة ساندوز تحت إسـم Elcar – تلى ذلك – تسجيل وإنتاج العديد من مستحضرات الفيروسات (جدول 5 – 8). تم إنتاج وإستخدام مستحضر فيروس H2NPV – على نطاق واسع – فى كـل

من الصين والبرازيل وروسيا لمكافحة العديد من الآفات الحشرية في الغابات والحقول الزراعية. إكتشف - عام 1995 - فيروس غير ضمين في حشرة دودة اللوز يصيب الأنسجة التناسلية - فقط - في كل من الذكور والإناث وينتقل عن طريق البويضات والحيوانات المنوية - مما يؤدى إلى حدوث عقم - أُطلِق عليه إسم H2 reproductive virus.

قد تفقد الباكولوفيروسات فاعليتها بواسطة الأشعة فوق البنفسجية. يمكن التغلب على ذلك - بإستخدام بعض المواد الكيميائية الحامية للفيروس. جرت - أيضاً - محاولات عديدة لمحاولة تطوير سلالات الفيروس بواسطة طرق الهندسة الوراثية لإمكان تحقيق القتل المُبَكِر بواسطة الفيروس. يمكن - أيضاً - تحقيق القتل المُبَكِر بتطوير مستحضرات الفيروسات.

جدول (5 - 8): مستحضرات الفيروسات المسجلة بواسطة وكالة حماية البيئة الأمريكية

الكائن الحى الدقيق	عام التسجيل	الآفة الحشرية التى تتم مكافحتها
Heliothis nuclear polyhedrosis virus (H2 NPV)	1975	ديدان لوز القطن ودودة البراعم
Tussock moth NPV	1976	دودة فراشة خشب الدوجلاس
Gypsy moth NPV	1978	يرقات الفراشة الغجرية
Pine sawfly NPV	1983	يرقات ذبابة الصنوبر المنشارية
Codling moth granulosis virus	1992	يرقات فراشة الكودلنج
Beet armyworm NPV	1993	دودة البنجر المدرعة

أهم الطرق التى يمكن إستخدامها لتحقيق أقصى فاعلية ممكنة لمستحضرات الفيروسات :

أ - نشر الفيروس بطريقة محدودة ليؤدى دوره فى مكافحة الحشرات كأحد وسائل المكافحة الحيوية التقليدية.

ب – فى حالة عدم إستدامة المكافحة – يمكن إجراء عملية نشـر وبـائى أفقـى ورأسى للفيروس – مع إمكانية تكرارها أكثر من مرة.

ج – الإستخدام المتكرر لمستحضر الفيروس فى حالة عدم وجود نشر أفقى.

د – المحافظة على العدوى الرأسية فى البيئة ومحاولة تنشيطها.

5-2-4. البروتوزوا المُمرضة للحشرات Entomopathogenic Protozoa

تقع البروتوزوا الممرضة للحشرات فى المجاميع الكبرى من البروتـوزوا. تمثـل الميكروسبوريديا – القسم الرئيسى للبروتوزوا المُمرِضة للحشرات. سـجلت وكالـة حماية البيئة الأمريكية EPA – عام 1980 أول مركـب بروتـوزوا (Protozoan) *Nosema locustae* – طورته شركة ساندوز عـام 1981 – تحـت أسـماء -Nolo Bait®، Nolo–BB® و Gresshopper Attack® – لمكافحة نطاط النجيليات. تتوقف كفاءة المركب على كل من طريقة المعاملة والظـروف الجويـة – كـذلك – كثافـة النطاطات. يمكن للبروتوزوا أن تقتل أكثر من 50 % من الحشرات – يحـدث العقـم فى أكثر من 30 % من الأفراد الحية. يحدث أقصى تأثير خلال 2 – 3 أسابيع. يصل التأثير المتبقى للأجيال المتتالية خلال طور البيض لمـدة 3 – 4 سـنوات. المركـب عالى الفاعلية عند إستخدامه كطعم فى الحدائق والساحات.

5-3. مبيدات الحشائش الحيوية العاقلة Biorational herbicides

تنافس الحشائش النباتات الإقتصادية على الغذاء، ضوء الشمس، الماء؛ يؤثر ذلك – على كمية ونوعية المحاصيل الإقتصادية؛ كما تقلل من قيمة المنتجات الحيوانيـة للحيوانات المتغذية على هذه الأعشاب .

تتطلب مبيدات الحشائش التقليدية – مثل جميع مجموعات مبيدات الآفات الأخرى – عمليات إحلال مستمرة بمركبات أشد فاعلية – يؤدى تكرار إستخدامها إلى تنـامى قوة تحملها لهذه المبيدات وزيادة تعدادها إلى الحدود الضـارة بالمحصـول. يـؤدى إستخدام بعض المبيدات المتخصصة ضد مجموعات حشائش معينة – أيضاً – إلـى

تحول مجاميع حشائش أخرى – غير حساسة لها – إلى آفات خطيرة. أدى إستخدام مجموعة مبيدات Chlorophenoxy الإختيارية – على سبيل المثال – التى تشمل مركبات 2,4-D و 2,4,5-T – بكثرة – لمكافحة الحشائش عريضة الأوراق، إلى زيادة تعداد الحشائش النجيلية وتحولها إلى آفات تهدد الإنتاج الزراعى.

تُسبب مبيدات الحشائش التقليدية الكثير من مشاكل متبقيات المبيدات فى التربة – خاصة – المبيدات المقاومة للتحطم الكيميائى، الضوئى والبيولوجى مما يؤدى إلى تراكمها فى التربة وبقايا النباتات على صورتها الأصلية أو على صورة مركبات وسيطة؛ لذا – فمن المتوقع أن تتطور مبيدات الحشائش فى المستقبل ناحية مبيدات الحشائش العاقلة بيولوجياً Biorational herbicides – بإستخدام الفطريات والبكتريا التى تقتل الحشائش دون الإضرار بالمحصول العائل؛ أكثر من تطورها ناحية المبيدات الكيميائية التقليدية – التى تتراكم فى التربة وتنتقل إلى المحصول.

5-3-1. طرق المكافحة الحيوية للحشائش:

أ- تقليدية Classical biocontrol (Inoculative):

تُستَخدَم الأسماك أو الحشرات أو كائنات مُمرضة أو نيماتودا كعامل حيوى لمكافحة الأعشاب الضارة بنقله من العوائل المتوطن عليها فى أماكن أخرى (راجع 4-9).

ب – معاملة بيولوجية غزيرة Inundative biocontrol:

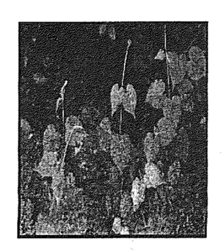
عن طريق السيطرة الحيوية بتقديم كميات كبيرة من العوامل الميكروبية (بكتريا أو فطر) بنفس طريقة معاملة المبيدات الكيميائية التقليدية.

5-3-1-1. مبيدات حشائش حيوية Myco-herbicides

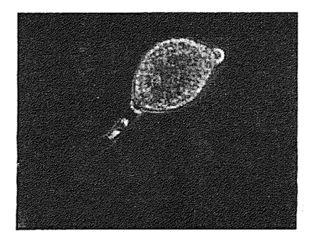
تُنمَّى كائنات دقيقة مُمرِضة ذاتياً وتُستَخدَم كمسببات مرضية لنباتات الحشائش – من أهم مستحضراتها التجارية:

مستحضر فطر *Phytophthora palmivora* (Devine®)

أول كائن فطرى مُمرِض فى هذا المجال – موجود طبيعياً وعالى الإختيارية فى مكافحة حشيشة – **Stangler wine** (*Morrenia odorata*) – آفة خطيرة فى حدائق الموالح – تقتل الأشجار كلية خلال 2 – 10 أسابيع – بمعاملة الطبقة التحت سطحية من التربة – تحت أشجار الموالح – بمستحضر الفطر المُمرِض – المكون من جراثيم **chlamydospores** – الذى يؤدى إلى تعفن الجذور، ويظل متواجداً وثابتاً فى منطقة الجذور المحطمة ويستمر فى الإنبات لمدة عام أو أكثر بعد معاملة واحدة. المسبب المرضى – إختيارى – لايصيب جذور الموالح أو الثمار أو المجموع الخضرى. إلا أن هناك – بعض محاصيل الزينة الحساسة له – تستوجب إتخاذ بعض الإحتياطات؛ كما – تتأثر به النباتات المُزهِرة وجميع أنواع القرعيات.



حشيشة **Stangler wine**



Chlamydospores

مستحضر فطر

Collectotrichum gloeosporioides f.sp. aeschynemone (Collego®)

جراثيم حية للفطر يكافح حشيشة الجلبان *Aeschynemone virginica* كمبيد إختيارى بعد الإنبثاق فى حقول الأرز وفول الصويا ومكافحة حشيشة *Curly indigo* فى حقول فول الصويا. المستحضر – مسحوق قابل للبلل. ذو فاعلية تتجاوز 90 % ضد الحشائش الفصلية فى المحاصيل الحقلية. من الأمور الهامة لضمان فاعلية المبيد، توافر قدر مناسب من الرطوبة الجوية تعمل على إنبات الجراثيم لقتل

الحشائش خلال 5 أسابيع – مع عدم إستخدام أى مبيدات تقليدية للفطريـــات خـــلال ثلاثة أسابيع من المعاملة لتجنب أى تأثير سلبى لها.



حشيشة الجلبان

Aeschynemone virginica



fungal spores

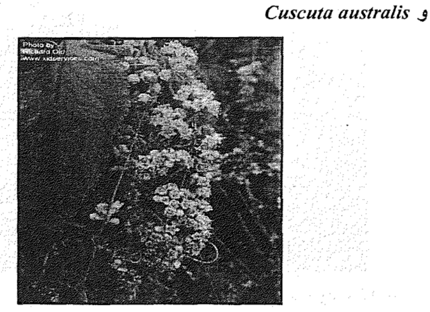
مستحضر فطر

Collectotrichum gloeosporioides f. sp. cuscutae strain (Liboa)

يستخدم لمكافحة نبات الحامول Dodder

من الأنواع *Cuscuta chinensis*

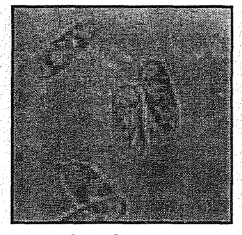
و *Cuscuta australis*



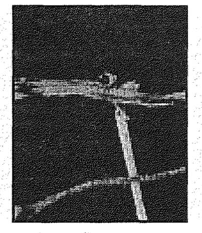
Dodder plant

مستحضر فطر

Colletotrichum gleosporiodes f. sp. *malvae* (Biomal)



fungal spores



ساق حشيشة مصابة

يستخدم لمكافحة حشيشة Round-leaved mallow (*Malva pusilla*) فى محاصيل الحقل.

مستحضر فطر *Alternaria destruens(Smolder®)*

مُمرِض فطرى – يصيب العديد من أنواع الحامول *Cuscuta spp.* Dodder (شكل 5–7) – تم إكتشافه وتطويره عام 1986 – المستحضر *Smolder®* مسجل فى الولايات المتحدة الأمريكية.



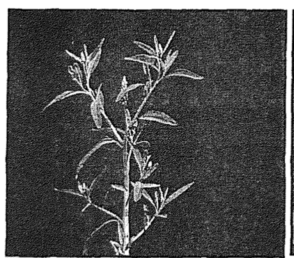
شكل (5–7): تأثير فطر *Alternaria destruens* على نباتات الحامول Dodder المتطفلة على أشجار الموالح

مستحضر فطر *Alternaria cassiae (*Casst®)

يتواجد طبيعياً - يصيب بشـدة حشـيش Sicklepod (*Cassia obtusifolia*) - خاصة طور الورقة الأولى. إكتُشف عام 1992 فى البرازيل. حشيشة Sicklepod - من الحشائش التى تسبب مشاكل جسيمة فى الولايات المتحدة الأمريكيـة والمنـاطق الإستوائية فى أسيا وأفريقيا وأمريكا الجنوبيـة - تُصـيب فـول الصـويا والفـول السودانى بشدة. يَصعُب - فى نفس الوقت - إصـابة هـذه المحاصـيل بالمسـبب المرضى *A.cassiae*. تتطلب فاعلية المستحضر الفطرى - المثالية - توافر الظروف البيئية المناسبة - خاصة درجة الرطوبة الجوية المناسبة ودرجـات الحـرارة فـى المدى 20 - 30 °م لمدة 8 ساعات - لإنبات جراثيم الفطر وإصـابة الحشيشـة - الآفة.



فطر *Alternaria cassiae*



حشيشة Sicklepod

من مبيدات الحشائش الحيوية الجديـدة الواعـدة - أيضـاً - فطـر *Puccinia canaliculata*. يُستَخدَم فى الولايات المتحدة الأمريكية لمكافحة نبات الحلفا الأصفر. يتم - أيضاً - تطوير بكتيريا *Xanthomonas campestris* - لمكافحة حشيشة حنـة الفول.

5-4. مكافحة أمراض النبات Plant disease control

مبيدات الفطريات الجهازية – أشد فاعلية من الواقيات في حماية المجموع الخضرى الحساس والأزهار، بسبب قدرتها على الإنتقال خلال الأوعية الناقلة في النبات. من مميزاتها – أيضاً – أنها تقلل التلوث الكيميائى الزراعى، فهى طريقة جديدة كبديل متخصص لمبيدات الفطريات العامة – تؤدى إلى خفض الجرعة الكلية وعدد مرات المعاملة المطلوبة للمكافحة . يمكن أن تحل محل العديد من المبيدات الأكثر سمية.

بالرغم من المزايا العديدة لمبيدات الفطريات الجهازية، إلا أن درجة تخصصها العالية قد تكون من الأسباب الأساسية التى تؤدى إلى تكوّن سلالات مقاومة لها Resistance strains؛ يعنى هذا – أن مدة إستخدامها المتوقعة بنجاح أقل بكثير من مجموعة مبيدات العناصر الثقيلة والمبيدات الواقية غير المتخصصة. أدى التطور – ناحية معرفة أساسيات مبيدات الفطريات الجهازية وطريقة فعلها – إلى إمكانية إستنباط العديد من المبيدات الجديدة التى تفيد فى عمليات المكافحة.

تحتاج مكافحة الأمراض النباتية – عموماً – إلى مبيدات فطريات جهازية لعلاج أمراض الأوراق، الأوعية الناقلة والجذور؛ كما – تحتاج الى مبيدات بكتيريا جهازية Systemic bactericide عالية الفاعلية؛ بالإضافة إلى – بعض المبيدات الحيوية العاقلة Biorational من البكتيريا القاتلة للفطريات Bacto-fungicides أو الفطريات القاتلة للفطريات Myco – fungicides.

5-4-1. طبيعة المكافحة الحيوية للفطريات

أ – التنافس المباشر – محاولة كائنين أو أكثر فى الحصول على الحد الذى يكفيه من المواد المتوفرة أمامه بشكل معين وتحت ظروف معينة موجودة عليها تلك المادة وتحدث المنافسة فى حالة عدم وجود المادة متوفرة بكمية تكفى المتنافسين. يعتمد التنافس بين الفطريات فى التربة على عدة أمور:

- سرعة إنبات الجراثيم أو الأجزاء التكاثرية الأخرى وسرعة النمو الخضرى للفطر.
- وجود جهاز إنزيمى جيد عند الفطر.
- قدرة الفطر على إفراز مضادات حيوية .
- تحمل الفطر للمضادات الحيوية التى تفرزها الكائنات المضادة الأخرى.

ب – التضاد الحيوى – قدرة كائن حى على افراز مادة أوأكثر من المواد الأيضية التى تؤثر تأثيراً ضاراً على واحد أوأكثر من الكائنات الأخرى. يكافح فطر *Gliocladium virens* – فطر *Pythium ultimum* عن طريق إنتاج مضاد حيوى الجيلوفرين. وُجِدَ – أيضاً – أن لسلالة بكتيريا *Pseudomonas fluorescens* قدرة على حماية النبات من الفطرين *P. ultimum* و *R. solani* من خلال مضادين حيويين إحدهما البلتروين – مضاد للفطر الأول – Pyrronitrin – يضاد الفطر الثانى. عند معاملة بذور القطن بمستحضر لهذه العزلة البكتيرية لم تصاب البادرات بالذبول.

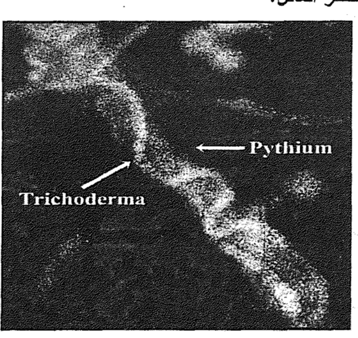
Pyrronitrin   Pyoleutorin

تزيد إضافة بعض المواد من سمية التربة – بالتالى – تقاوم الممرضات. يمنع إضافة السليلوز إلى التربة قبل زراعة الفاصوليا بعدة أيام أنبات جراثيم فطر *R. solani* الذى يسبب أعفان جذورالفاصوليا. تمنع بعض الفطريات تكاثرالفطر المُمرض.

ج – التطفل أو الأفتراس – بمهاجمة الكائنات الحية الدقيقة للمسبب المرضى والتغذية عليه.

تشمل طرق مهاجمة المتطفل الفطرى للفطر العائل:

- إختراق الهيفات مباشرة : يخترق الفطر المتطفل – هيفات الفطر العائل وينمو داخلها ويتغذى على محتوياته ويقضى عليه – كما – يحدث لفطر *R. solani* مع كثير من الفطريات الطحلبية Phycomycete.
- إلتفاف هيفات الفطر المتطفل حول ميسليوم الفطر العائل: قد يحدث إختراق لهيفات الفطر أوقد لايحدث. يُفرز الفطر المتطفل – فى هذه الحالة – إنزيمات تهضم جدار الميسليوم للفطر المتطفل عليه أو يفرز الفطر المتطفل مواد مضادة تثبط نمو الفطر العائل أو تسبب له تحللاً داخلياً – مثل – فطر *Pythium nunn* و *Trichoderma harzianum*. يتطفل فطر *Pythium nunn* – على مسببات الأمراض الكامنة فى التربة عندما يهاجم هذا الفطر – كل من *Pythium nltimum* و *P. vexans* تلتف هيفات الفطر المتطفل حول هيفات الفطر العائل ثم تحللها وتميتها بعد ذلك شكل (5 – 8)؛ أما – عند مهاجمة هذا الفطر لكل من الفطريات *R. solani* و *Phytophthora parasitica* فإن الفطر المتطفل يكوّن تركيباً يشبه عضو الإلتصاق ويتطفل على هيفا الفطر العائل.



شكل (5 – 8): تطفل فطر Trichoderma على فطر Pythium .

د – إستخدام عائل مقاوم – إستخدام نباتات تحمل صفة المقاومة للأمراض النباتية . فى حالة حدوث مهاجمة يعمل الجهاز الدفاعى – فى النبات – على صدها. حيث توجد مواد كيميائية حيوية تمنع حدوث الأصابة.

2-4-5. مبيدات الفطريات البكتيرية Bacto – fungicides

مبيد Daggar G® – مسجل بواسطة وكالة حماية البيئة EPA كأول مبيد بكتيرى – عبارة عن بكتيريا *Pseuduomonas fluoressens*. أُنتِج على صورة محببات بواسطة شركة Ecogen. يُستَخدَم – أساساً فى الولايات المتحدة الأمريكية – لمكافحة فطريات *Pythium ultimum* و *Rhizoctonia solani* المسببة لمرض موت البادرات فى القطن. يوضع المبيد – على صورة محببات – فى الجور مع البذور أثناء الزراعة مما يسمح للبكتيريا بملامسة الجذور فى وقت الإنبات. يستخدم – أيضاً – لمكافحة المرض الفطرى " المرض الكاسح Take-all " فى القمح المتسبب عن الإصابة الفطرية فى جذور القمح.

مبيد Galltrol–A® (سلالة 84) بكتيريا – *Agrobacterium radiobacter*. مُسجل بواسطة شركة AgBioChem لمكافحة مرض التدرن التاجى وقرحة التفاح على الفاكهة متساقطة الأوراق، النُقل، العنب ونباتات الزينة. يعامل المبيد بالغمر قبل الزراعة أو الرش على العقل والبادرات والبذور الغير مخصصة للغذاء والأشجار الغير مثمرة.

مبيد Kodiak® معزول من بكتيريا *Bacillus subtilis*. تعامل به البذور لمعالجة العديد من أمراض الجذور والسيقان.

عزلات بكتيرية تحت التطوير؛ يتم – حالياً – تطوير بكتيريا *P.cepacia* لمعاملة البذور لمكافحة أمراض بادرات الخضر وبعض محاصيل الحقل. من ناحية أخرى – يتم تطوير بكتيريا (Milsana) *Reynoutria sachalinesis* لمعاملة النباتات الصغيرة لرفع درجة مقاومتها لأمراض البياض.

5-4-3. مبيدات الفطر الحيوية Myco-fungicides

مبيد Plant shield – معزول من الفطر *Trichoderma harzianum*. يُستخدم لمكافحة أمراض أعفان الجذور فى البادرات الناتجة عن فطر *Pythium*.

مبيد Mycostop – معزول من فطر *Streptomyces*. يستخدم لمكافحة عدد كبير من أمراض السيقان والجذور والأوراق.

مبيد AQ10 – معزول من فطر *Ampelomyces quisqualis* – يستخدم لمكافحة أمراض البياض الدقيقى.

مبيد Soil Gard – معزول من فطر *Gliocladium viren* . يستخدم لمكافحة أمراض البادرات المتسببة عن فطريات *Rhizoctonia* و *Pythium* فى كل من محاصيل الخضر ومحاصيل الحقل.

عزلات فطرية تحت التطوير – يتم – حالياً – تطوير الفطرين *T.harzianum* (سلالة ATCC 20476) و *T. polysporum* (سلالة ATCC 20475) – لمكافحة الفطريات المسببة للأعفان فى الأخشاب.

الباب الثالث
المكافحة البيوكيميائية

الفصل السادس
6- فيرومونات الحشـرات
Insect Pheromones

تتصل الحشرات – مثل أغلب الكائنات الحيوانية – بعضها مع بعض عن طريـق إطلاق مواد – عالية التخصص – تسمى فيرومونات Pheromones. تُشـتق كلمـة pheromone من الكلمة اليونانية Pherein – تعنى حمل و Hormon – تعنى إثارة أو حَث. تنبعث الفيرومونات من الحشرات تستقبلها أفراد من نفس النوع – أو أنواع أخرى – فتستجيب لها. تنظم الفيرمونات السـلوك الجنسـى وتـتحكم فـى سـلوك الحشرات الإجتماعية وآداء العشيرة.

6-1. الفيرومونات الفورية (المُطلِقات) Pheromones Releaser

تؤثر رائحتها – على الجهاز العصبى المركزى وتسبب تأثيرات سـلوكية فوريـة للحشرة المستقبلة – أهم أنواعها:

- فيرومونات نشاط جنسى Sexual activity pheromones أو مُثيرات جنسـية Aphrodisiacs .
- فيرومونـات تجمـع Aggregation pheromones بغـرض التـزاوج Sex pheromone(Lures) أو التغذيةFood Lures أو وضع البيض Oviposition Lures.
- فيرومونات إنتشار Dispersal pheromones.
- فيرومونات تحذير Alarm pheromones.
- فيرومونات تتبع الأثرTrail following pheromones .

من أهم أنواع الفيرومونات التى تُستَخدَم فى مكافحة الحشـرات – الفيرومونـات الجنسية Sex pheromone. تُطلق الإناث – أغلب هذه النوعية مـن الفيرومونـات لجذب الذكور – وقد تُطلِقها الذكور لجذب الإناث. تُفرِز إناث فراشة دودة الحريـر –

غير القادرة على الطيران – فيرومون Bombykol – (أول فيرومـــون ثـــم عزلـــه وتعريفه لجذب الذكور). تتواجد الغدد المُفرِزة لهذا الفيرومون – غالباً – فى الحلقات البطنية الأخيرة للإناث. تستقبلها – مُستقبِلات خاصة بالرائحة موجودة فـــى قـــرون الإستشعار للذكور. قد تكون – هـــذه الفيرومونـــات متخصصـــة للنـــوع الواحـــد أو لمجموعة من الأنواع. فى حالات أخرى – قد ينجذب كِلاَ الجنسين لرائحة بعضـــهما البعض. تتوجه الحشرات ناحية مصدر الفيرومون عن طريق تتبع التيـــار الهـــوائى الذى يحمل الرائحة. تتوقف المسافة الفعالة للجاذب الجنسى لتوجيه الـــذكور ناحيـــة الإناث لإتمام عملية التزواج على معدل إطلاق الإناث له.

يوضح جدول (6 – 1) مقارنة بين مبيدات الحشرات والفيرومونات المســـتخدمة فى مكافحة الحشرات – الواضح أن هناك مردود إقتصادى كبير – خاصة على صحة الإنسان وأوجه البيئة المختلفة وما يترتب على ذلك من إعادة التوازن البيئـــى إلـــى سابق عهده عند تطبيق المكافحة السلوكية بإستخدام الفيرومونات فى مكافحة الآفات – مقارنة بإستخدام مبيدات الآفات التقليدية .

جدول (6 – 1): مقارنة بين مبيدات الحشرات والفيرومونات المستخدمة فى مكافحة الحشرات.

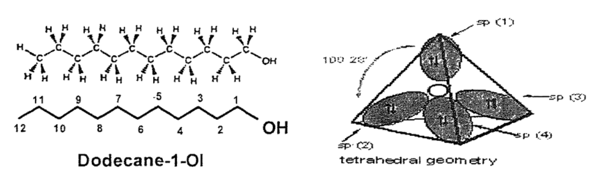
الصفة	مبيد الحشرات	الفيرومون
درجة السمية	سامة – تسبب مشاكل عديدة للإنسان والحيوان والبيئة.	غير سامة
الإختيارية	غير متخصصة – غالباً – لقتل العديد من الكائنات بما فيها الأعداء الطبيعية فيزيد الأضرار الناجمة عن الآفات الثانوية.	متخصصة – غالباً – لاتقتل الأعداء الطبيعية لِذا لاتخل بالتوازن الطبيعى
درجة التحطم	تتحطم ببطىء	تتحطم سريعاً
وقت التطبيق	يتوقف على موعد ظهور الأطوار الحساسة لها	وسيلة للوقاية قبل ظهور الآفة
طور الآفة المستهدف	الأطوار المرتبطة بالعائل – غالباً – غير الكاملة	الأطوار الكاملة
إنفراد المادة الفعالة	صعبة الإنفراد	سهلة الإنفراد
تطور ظاهرة المقاومة	تتطور بسرعة فى مدة لاتتجاوز 3 – 5 سنوات من الإستخدام	بطيئة جداً ولاتحدث قبل 5 – 10 سنوات
تكاليف الإستخدام	غير مكلفة بالرغم من إستخدامها بكميات كبيرة	مكلفة بالرغم من إستخدام كميات متناهية في الصِغَر
القبول للعامة	مقبولة لدى المزارعين نظراً لسرعة تأثيرها	تتطلب برامج تدريبية
التعبئة والتخزين	سهلة	تجهيزها يتطلب إمكانات خاصة
الإنتشار	واسعة الإنتشار	محدود
حجم التصنيع	كبير جداً	محدود
مساحة المعاملة	يمكن إستخدامها فى أى مساحة	يتطلب إستخدامها مساحات كبيرة

6-2. التركيب الكيميائى للفيرومونات:

يتنوع التركيب الكيميائى للفيرومونات بين بسيطة – لاتتعدى السلاسل الهيدروكربونية المستقيمة أوالمتشعبة – وتراكيب حلقية غير متجانسة ؛ ومتعددة. يحتوى بعضها على عنصر النيتروجين أو الأكسجين. تتميز هذه المركبات بوجود مدى واسع من المشابهات التى لها فاعلية مختلفة عن بعضها البعض.

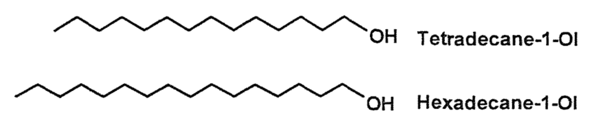
6-2-1. الفيرومونات البسيطة ذات السلاسل المستقيمة والمجاميع الوظيفية

ترتبط ذرات الكربون – بعضها مع بعض – فى سلاسل مستقيمة مع تشبع باقى تكافؤات الكربون بذرات الهيدروجين. تأخذ هذه السلاسل شكل – الزجزاج – نظراً لطبيعة بناء الهيكل الكربونى الرباعى – التى قد ترتبط طرفياً بأحد المجاميع الوظيفية مثل مجموعة الهيدروكسيل (OH) – كما فى أغلب فيرومونات حرشفية الأجنحة – مثل فيرومون Dodecan-1-Ol الذى تفرزه ذكور فراشة الشاى.

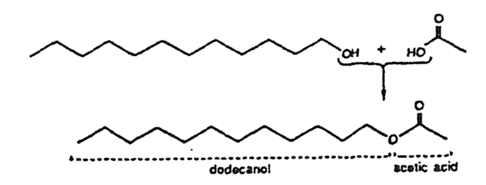


هيكل ذرة الكربون الرباعى

من الكحولات البسيطة التى تعمل كفيرومونات، فيرومون Tetradecane-1-Ol – تُفرِزه أنثى فراشة دوار الشمس، وفيرومون Hexadecane-1-Ol – تُفرِزه أنثى دودة اللوز الأمريكية.



هناك نوع آخر من الفيرومونات – فيرومون Dodecane-1-1-Ol-acetate – ينتج من تفاعل حامض الخليك مع كحول Dodecane-1-Ol وهو جاذب لذكور حشرة ثاقبة ساق البطاطس.



Dodecane-1-1-Ol-acetate

يتأكسد الكحول إلى ألدهيد ؛ كما فى حالة أكسدة كحول Tetradecane-1-Ol – ويتحول إلى – أحد مكونات مخلوط الفيرومون Tetradecanal الذى تُفرزه دودة براعم الدخان.

Tetradecanal

تتأكسد – أيضاً – مجموعة الألدهيد وتتحول إلى مجموعة كربوكسيلية، مثال ذلك – فيرومون Hexanoic acid الذى تُفرِزه أنثى الدودة السلكية فى شاطىء الباسفيك.

Hexanoic acid

ربما يصدر عن عمليات الأكسدة من الكحول إلى الألدهيد ومن الألدهيد إلى حامض الكربوكسيليك رسائل عكسية ؛ فقد يكون الألدهيد مادة جاذبة فى حين يكون الكحول المقابل مادة مثبطة ؛ مثال ذلك – تعمل فى دودة البراعم مادة (E)-11-tetradecanal (ألدهيد) كمادة جاذبة، فى حين تعمل مادة (E)-11-tetradecan-1-Ol (كحول) كمادة مثبطة لعملية الجذب.

تأتى الروابط المزدوجة (=) فى أى مكان على طول السلسلة الهيدروكربونية – من حيث التأثير – فى المرتبة الثانية ؛ قد يكون هذا التأثير أقل فى الأهمية من وجود مجموعات تحتوى على ذرات الأكسجين أو النيتروجين. ترجع أهمية الروابط المزدوجة لِما تسببه من حدوث تشابه موضعى Positinal isomerise تؤدى إلى تمييز إشارات كل مشابه عن الآخر سواء داخل النوع الواحد أو بين الأنواع المختلفة. نجد – مثلاً – أن مركب 8-dodecen-1-Ol – أحد فورمونات فراشة الفاكهة الشرقية *G.molesto* – فى حين يكون المشابه 9-dodecen-1-Ol أحد إطلاقات فراشة مخلوط دوجلاس *B.colfaxiana*.

8-dodecen-1-Ol

9-dodecen-1-Ol

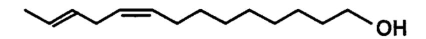
تُحدث الروابط الزوجية – أيضاً – تشابه هندسى نتيجة الدوران حول موضع الرابطة المزدوجة وينتج مركب (E)-a-tetradecen-1-Ol – المكون الأول الجاذب لحشرة إيبيسليما بلاجيفير ومركب (Z)-G-tetradecen-1-Ol – المكون الغالب فى فراشة دوار الشمس. (E) إختصار لكلمة المانية هى Entgegen ومعناها العكس و (Z) إختصار لكلمة Zusammen ومعناها معاً.

(Z)-G-tetradecen-1-Ol

(E)-a-tetradecen-1-Ol

عند تواجد أكثر من رابطة مزدوجة – تحتاج كل رابطة للتعريف بنفس الطريقة

– مثل مركبات (E,Z)-9,12-tetradecadiene-1-Ol و (E,Z) 4,7-tridecadiene-1-Ol-acetate و (E,Z,Z) - 4,7,10-tridecatriene-1-Ol-acetate .



(E,Z)-9,12-tetradecadiene-1-Ol

المكون الأصغر لفيرومون دودة فراشات درنات البطاطس

(E,Z) 4,7-tridecadiene-1-Ol-acetate

تستخدم كمخلوط بواسطة دودة فراشات درنات البطاطس

(E,Z,Z) -4,7,10-tridecatriene-1-Ol-acetate

6-2-2. فيرومونات ذات سلاسل متفرعة

يوجد – أيضاً – فيرومونات ذات سلاسل متفرعة – مثل فيرومون 14-methyl-(Z)-8-hexadecenal المُفرز بواسطة خنافس ويرميستير وفيرومون 15,19,23-trimethyl-heptatriacontane المُفرز بواسطة ذبابة تسى تسى.

14-methyl-(Z)-8-hexadecenal

15,19,23-trimethyl -heptatriacontane

من المركبات الطبيعية الهامة – فى موضوع التركيب الكيميائى للفيرومونات –

مركبات التربينات. إكتُشفت فى زيت التربنتين – منها كحول Geraniol. تتكون هـذه المجموعة من وحدات متكررة (2، 3، 4، 6، 8 وحدات Isoprene).

يطلق على التربينات التى تحتوى على 10 ذرات كربـون بالتربينـات الأحاديـة Monoterpenes، والمحتوية علـى 15 ذرة Sesquiterpene فـى حـين تسـمى التربينات المحتوية على عدد ذرات كربون 20، 30، 40 بالتربينات الثنائية والثلاثية والرباعية – على التوالى. قد يحدث شذوذ – فى بعض الأحيان – فـى عـدد ذرات الكربون فى التربينات المكونة للفيرومون سواء بالزيـادة أو النقصـان أو حـدوث إرتباطات وسطية لوحدات الأيزوبرين.

Head Tail

Isoprene

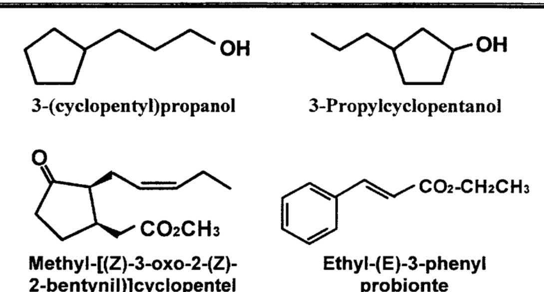
Geraniol

H O O

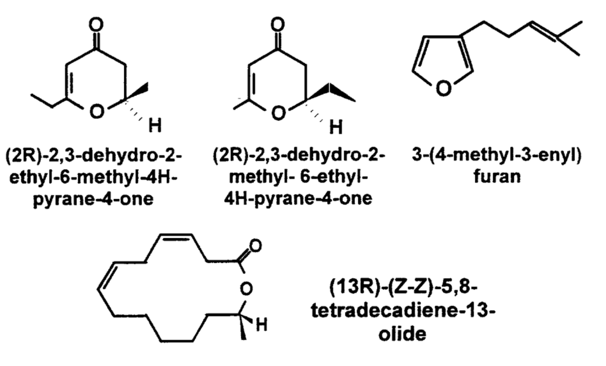
فيرومون الحشرة القشرية الحمـراء

6-2-3. فيرومونات حلقية:

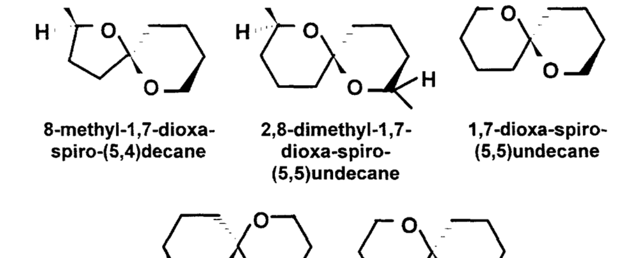
أ- مركبات الكربون الحلقية المتجانسة: قد تكون التراكيب الحلقيـة المتجانسـة خماسية أو سداسية، ترتبط بالحلقة مجاميع كيميائية مختلفة وسلاسل كربونية حيـث تُعامل الحلقة كفرع على السلسلة الأليفاتية للمركب وترقم الذرات على الحلقـة مـن الهيكل الأساسى (إذا كانت توجد مباشرة على الحلقة) أو من نقطة إرتباط السلسلة الأساسية – مثل مركبات 3-Propylcyclopentanol، 3-(cyclopentyl)propanol. قد يوجد – أيضاً – أكثر من إستبدال على الحلقة. تنتج ذكور فراشة الفاكهة الشرقية مركبـــــى Ethyl-(E)-3-phenyl probionte و Methyl-[(Z)-3-oxo-2-(Z)-2-bentynil)]cyclopentel.



ب- مركبات حلقية غير متجانسة: يؤدى دخول ذرة أكسجين فى الحلقات الخماسية والسداسية إلى تكوين الإثير الحلقى – مثـــل مركـــب 3-(4-methyl-3-enyl) furan – فيرومونات تقصى الأثر فى النمل من النوع *Tetramoriini anguilinode* تُفرز ذكـــور فراشة *Hepialus californicus* مركب (2R)-2,3-dehydro-2-methyl-6-ethyl-4H-pyrane-4-one الذى – وذكور فراشة *H.hecta* مركب (2R)-2,3-dehydro-2-ethyl-6-methyl-4H-pyrane-4-one. من الفيرومونات كبيـــرة الحلقـــات – مـــن مركبـــات الميكروليدات – مركب (13R)-(Z-Z)-5,8-tetradecadiene-13-olide.



جـ – المركبات عديدة الحلقات والكتيلات (Ketals): توجد هياكل حلقية ثنائية أو ثلاثية الحلقات تحتوى على الأكسجين. قد تشترك – هذه الحلقات – فى ذرة واحدة كما فى مركبات Spirocyclic compounds أو فى إثنين أو أكثر من الذرات كما فى الحلقات المقفولة Fused rings. من أهم هذه المركبات – فيرومون ذبابة الزيتون 1,7-dioxa-spiro-(5,5)undecane ؛ فيرومون ذبابة الفاكهة الشرقية 2,8-dimethyl-1,7-dioxa-spiro-(5,5)undecane وفيرومون الدبور الشائع 8-methyl-1,7-dioxa-spiro-(5,4)decane. تتعامد – حلقات هذه المركبات – على بعضها مما ينتج عنه تشابه ضوئى فى بعض المركبات كما فى مركب 1,7-dioxa-spiro-(5,5)undecane.



8-methyl-1,7-dioxa-spiro-(5,4)decane — 2,8-dimethyl-1,7-dioxa-spiro-(5,5)undecane — 1,7-dioxa-spiro-(5,5)undecane

المشابه (S) — المشابه (R)

للفيرومون 1,7- dioxa-spiro-(5,5)undecane

من أمثلة الفيرومونات ذات الحلقات المقفولة – فيرومون الملكة لحشرة سوليندبيس أنفكتا 2,2,6-Trimethyl-7-oxa-(4:3:0)-bicyclonon -1(9)-en-8-one – وفيرومون التجمع لأنثى خنفساء القلف لشجرة الدردار الأوربى 1-ethyl-2,4-dimethyl-7,8-dioxa-(2:4:1)-bicyclo-octane.

1-ethyl-2,4-dimethyl-
7,8-dioxa-(2:4:1)-bicyclo-octane

2,2,6-Trimethyl-7-
oxa-(4:3:0)-bicyclonon-
1(9)-en-8-one

6-2-4. فيرومونات تحتوى على النيتروجين:

أ- الأميدات Amides: تتكون المجموعة الفعالة من حامض كربوكسيلى ومجموعة أمين – مثل فيرومونات N-(2-methylbutyl)acetamide و N-(3-methylbutyl) acetamide و N-(3-methylbutyl)2-methoxy acetamide – عُزِلت من ذكور ذبابة البطيخ.

N-(3-methylbutyl)2-
methoxyacetamide

N-(3-methylbutyl)
acetamide

N-(2-methylbutyl)
acetamide

ب – مركبات حلقية نيتروجينية : مثل – فيرومونات إقتفاء الأثر فى النمل.

فيرومونات إقتفاء الأثر فى النمل

6-3. طرق إستخدام الفيرومونات فى مكافحة الآفات

6-3-1. الإصطياد المكثف للحشرات Mass trapping

يعنى الإصطياد المكثف للحشرات – ببساطة – وضع عدد كبير من المصائد – تحتوى على المادة الفعالة – فى المحصول المطلوب حمايته من خلال التخلص من نسبة عالية ومؤثرة من أفراد المجموع الحشرى. يقلل ذلك – فرصة نشاط تزاوج الحشرات بقدر المستطاع ؛ كما تستخدم هذه الطريقة فى الإستطلاع والتنبؤ بمستويات تعداد الأفة فى التوقيتات المختلفة. يعترض هذه الطريقة بعض المعوقات – أهمها :

أ – إنخفاض معدل إنجذاب الإناث بواسطة الجاذب المستخدم .

ب – تتطلب عدداً كبيراً من المصائد ذات الكثافة العالية .

ج – فى حالة وجود مجتمع عالى من الحشرات – تتشبع المصايد وتقل قدرتها على تقبل المزيد.

د – يؤدى الإحتياج إلى كثافة عالية من المصائد لوحدة المساحة إلى زيادة التكاليف .

6-3-1-1. مصدر الجذب Attractant source: تجذب الإناث الذكور عن طريق إفراز الفيرومونات الجنسية. تُفرز الذكور – فى بعض أنواع الحشرات – الفيرومونات الجنسية – كما فى حالة حشرة سوسة الأرز. أُجريت – أيضاً – أبحاث عديدة للبحث عن مصادر أخرى غير الفيرومونات الجنسية لجذب الحشرات – منها الجاذبات الغذائية ووضع البيض كما فى ذبابة الفاكهة.

6 – 3 – 1 – 2 – نظام الإصطياد Trapping system: تتوقف كفاءته على الطريقة المستخدمة ؛ لذا – يجب إجراء أبحاث على نُظُم تصميم المصائد للعديد من الأنواع الحشرية لرفع كفاءة عملية الإصطياد. طريقة الإصطياد المكثف من أكثر الطرق كفاءة – التى تحتاج إلى جاذب قوى لإصطياد الحشرات – إلا أنها مكلفة إقتصادياً – خاصة فى الدول التى يصعب توفير العمالة لها. الجدير بالذكر – تجذب المصائد الأطوار الكاملة – عادة الذكور – إلا أنه يمكن إعتبارها مؤشر هام لتعداد

الأطوار غير الكاملة – الأطوار الضارة إقتصادياً – لتدبر أمـــر مكافحتهـــا بـــالطرق المختلفة فى التوقيتات المناسبة.

6-3-1-3. التعداد العـــالى وتشـــبع المصـــيدة High populations and try saturation: من عيوب المصائد اللاصقة سرعة التشبع بالحشرات – خاصة إذا كان حجم الحشرات المنجذبة كبيراً ؛ كما يزداد تشبعها – أيضاً – فـــى حالـــة الكثافـــات العالية من الحشرات. تم – عام 1973 – تعريف الفيرومون الجنســـى لـــدودة ورق القطن المصرية *Spodoptera littoralis* (من الحشرات الهامة متعددة العوائل والتى تسبب خسائر فادحة فى المحاصيل الزراعية) -(Z,E)-9,11-tetradecadiene-1-Ol acetate. نظراً لكِبَر حجم الحشرات الكاملة – يُستخدم فى إصطيادها المصائد القمعية المزودة بكيس بلاستيك لجمع الحشرات التى تم إصطيادها.

(Z,E)-9,11-tetradecadiene-1- Ol- acetate

من الحشرات الهامة – أيضاً – حشرات ذبابة الفاكهة من عائلة *Tephritidae* – مثل حشرة ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط وذبابة الفاكهة الشرقية وذبابة ثمـــار الزيتون – التى تهاجم ثمار محاصيل الفاكهة وتؤدى إلى تلفها. إكتُشف عـــام 1973 مركبات البارافيرومونات Parapheromones – عبارة عن جاذبات للذكور ومنها – Methyleugenol، CUE-lure و Trimed-lure .

Trimed-lure: H_3C, Cl, $COC(CH_3)_3$

CUE-lure: $OCCH_3$, OCH_3, $CH_2CH_2CCH_3$

Mmethyleugenol: OCH_3, OCH_3, $CH_2CH{=}CH_2$

6-3-2. الجذب والقتل Lure and kill

تختلف هذه الطريقة عن الإصطياد المكثف من ناحية واحدة – فقط – تعرض الحشرات لمادة قاتلة – مثل – مبيدات الحشرات التقليدية ومنظمات النمو الحشرية والمبيدات الميكروبية – أو فى بعض الحالات مادة مُحدثة للعقم بمجرد إصطيادها ؛ لذا – يُطلق عليها أسماء أخرى – مثل المبيد الجاذب Attracticide أو الجذب والقضاء على الحشرة Attraction-annihilation. تتم عملية الجذب بواسطة العديد من الوسائل – منها كيميائيات حسية – مثل الفيرومونات (جاذبات داخل النوع) أو الكيرومونات (روائح العائل أو الضحية) أوجاذبات وضع البيض أو بعض الروائح من مواد غير حية – مثل الروائح الغذائية. من المصادر الضوئية الجاذبة – الأشعة فوق البنفسجية – التى تجذب الفراشات – ومن الألوان الجاذبة – اللون الأصفر – يجذب الذباب الأبيض – هناك بعض الحشرات مثل ذباب *Tabanidae* تنجذب إلى اللون الأسود.

أ– مكافحة ذبابة الفاكهة من عائلة *Tephritidae*: تُستَخدَم الجاذبات الشمية (مثل البروتين المتحلل) مع مبيدات الحشرات. ترش مساحة سطح أقل من سطح المحصول إعتماداً على جذب الحشرات. تتحدد إستراتيجيات الجذب والقتل لذبابة الفاكهة فى مجموعتين رئيسيتين: الأولى – الجذب إلى هدف معين مثل المصائد الصفراء المطعومة بالجاذبات الجنسية أوجاذبات الغذاء. تعتمد الثانية – على جذب الحشرة إلى سطح طبيعى (المجموع الخضرى للأشجار المعاملة) الذى تم معاملته بمخلوط الجاذب ومبيد الحشرات – يطلق عليها – المستحضرات القابلة للرش Sprayable formulations. من الطرق الشائعة – حالياً – إستخدام الرش الجزئى مع الحزم القاتلة بالمادة الجاذبة والمبيد .

ب– مكافحة الذباب المنزلى *Musca domestica*: من الآفات الصحية بالغة الأهمية. يقوم بالتوالد فى الأماكن المتعفنة مما يسبب مضايقات كبيرة للإنسان. نظراً لإكتساب الحشرة مقاومة عالية لأغلب أنواع مبيدات الحشرات التقليدية؛ يُستخدم فى

مكافحتها طريقة الجذب والقتل. تفرز الأنثى مخلوطاً من ثلاثة فيرومونات جنسية لجذب الذكور. تضاف إلى مستحضرات القتل على صورة طعوم سامة أو محاليل يمكن رشها أو دهانها على الحوائط أو على ألواح خشبية أو بلاستيكية. يمكن – أيضاً – إضافة مبيدات لهذه الطعوم تؤدى إلى سرعة صعق الحشرات.

n-C_9H_{18} n-C_9H_{17}

n-C_9H_{18} O n-C_9H

O

n-$C_{12}H_{27}$ n-C_9H_{17}

الفيرومونات الجنسية المفرزة بواسطة أنثى الذبابة المنزلية *Musca domestica*

6-3-3. تشويش التزاوج Mating disruption

فتح – تطوير الفيرومونات – الأبواب نحو طريقة تشويش عملية التزاوج فى الحشرات. تُحدث هذه الإستراتيجية خللاً فى سلوك الأفراد فى المجتمع الحشرى – يؤدى إلى فشل عمليات التزاوج بين الذكور والإناث – بالتالى – تعمل على خفض وضع البيض أو إيقاف وضعه نهائياً ؛ لذا – فإن توقيت المعاملة هام للغاية وإن كان ليس محدداً أو حرجاً بصورة غير عادية. توزع المستحضرات – بطيئة الإنفراد – قبل بدء نشاط الحشرة. تُستَخدَم الفيرومونات – حالياً – على نطاق واسع لتشويش التزاوج فى مدى واسع من حشرات حرشفية الأجنحة – مما يرشحها لتكون طريقة فعالة فى مكافحة الحشرات وصديقة للبيئة.

6-3-3-1. كيفية إحداث الفيرومونات لعملية التشويش: تقوم الذكور بإتمام عملية التزاوج عن طريق متابعة أثر روائح الفيرومونات المنبعثة من الإناث Seent trail. الروائح الفعالة فى فيرومونات التزاوج – مخلوط من عدة مركبات – عادة – على صورة سلاسل طويلة على هيئة إسترات غير مشبعة أو كحولات أو ألدهيدات.

لكل نوع حشرى خلطة فيرومون خاصة به. فد تختلف المكونات الفردية لمخلوط الفيرومون – إحداها عن الأخر – من ناحية تركيب السلسلة – طولها والمواد الفعالة عليها – والمشابهات الهندسية Geometrically الناتجة عن وجود روابط زوجية .

تؤدى الفيرومونات فعلها الطبيعى فى إتمام عملية التزاوج – إلا أن إستخدامها فى عمليات المكافحة عن طريق إحداث تشويش فى عملية التزاوج مازال محل بحث ودراسة مستفيضة من ناحية الجرعات المستخدمة وطريقة توزيعها بالرغم من النجاحات التى تحققت فى هذا المجال. فالتشويش Confusion أو حجب الأثر Trail-masking أو الأثر الزائف Fask-trail – طرق تؤدى إلى تشويش عملية التزاوج. يحدث التشويش نتيجة تعرض الذكور لتركيز مرتفع ومستمر من ضباب الفيرومون مما يسبب تكيف مستقبلات قرون الإستشعار أو تعود الجهاز العصبى المركزى على هذه التركيزات. تمنع هذه التأثيرات العصبية الفسيولوجية المباشرة الذكور من الإستجابة للمستويات العادية من مؤثرات الفيرومون الطبيعى والتى تنبعث من خلال نداءات الفراشات الأنثى. يجب ضمان فاعلية تحرر أو إنفراد المواد الفعالة للفيرومون بما يكفى لحماية النباتات خلال فترة إنتشار الآفة حتى لايحدث إتلاف للمحصول.

6-3-3-2. نظام التوزيع Delivery system: إستغرقت عملية تطوير نُظُم التوزيع – التى تتلائم مع طرق المكافحة الإقتصادية – فترات زمنية طويلة حتى أمكن تخليق العديد من مكونات مخاليط فيرومونات عالية التخصص سواء للنوع الواحد أو الوضع الجغرافى – حيث أن لكل مركب بصمة محددة Inherent. تم – مثلاً – تعريف سبعة مركبات من خلطات الفيرمون – الذى تم عزله من ديدان اللوز التى تنتمى للجنس *Heliothis* ؛ فى حين – إحتوى خليط الفورمون المستخلص من دودة ورق القطن *S.littoralis* على أربعة أو خمسة مركبات ؛ لذا – يجب أن تكون مكونات المخلوط كاملة حتى تحقق خاصيتها فى التشويش على الذكور. من المشاكل

الكبرى التى تقابل عملية نجاح هذه المستحضرات ؛ عدم ثباتها الكيميائى وتحولها إلى المشابهات الأخرى Isomerization التى يسهل حدوثها بواسطة التحلل الحرارى والإنهيار الضوئى التى ترتبط بمستوى عدم تشبع المركب والمجموعة الدالة فى الجزىء.

من الأمور الهامة التى يجب تحديدها بكل دقة – معدلات إنفراد الفيرومونات من المستحضرات المستخدمة تحت الظروف الحقلية لضمان نجاح عملية المكافحة ؛ حيث يمكن – من خلال الصفات الطبيعية والكيميائية لمكونات المخلوط – تحقيق معدل الثبات المطلوب وإنتظام معدل الإنفراد – مع الأخذ فى الإعتبار النواحى البيولوجية للآفة مع المتطلبات الزراعية. المستحضرات السائلة المجهزة للرش من أفضل الإختيارات فى حالة تشويش عملية التزاوج.

لتقييم مدى نجاح طريقة تشويش التزاوج – بإستخدام مستحضر الفيرومون – توضع مصائد إستكشافية داخل الحقول المعاملة وتطعيمها بالجرعة العادية من الفيرومون بغرض الحصر والإستكشاف Monitoring ومقارنة معدل صيد هذه المصائد للفراشات مع غيرها التى وُضعت خارج نطاق الحقول المعاملة على مسافات كافية تمنع عملية التداخل فيما بينهما. إذا بلغ معدل التشويش 98 % حتى 100% دل على نجاح الطريقة ؛ أما إذا إنخفض إلى أقل من 90 % – يعنى ذلك – أن كفاءة الفيرومون فى عملية التشويش غير كافية وقد يحدث تزاوج. يمكن – أيضاً – الحكم على عملية التشويش بجمع إناث الفراشات من الحقول المعاملة وتشريحها وبيان مدى وجود الحيوانات المنوية من عدمها – حيث تحتوى الأنثى المتزوجة حديثاً على الحيوانات المنوية.

من النماذج الناجحة فى هذا المجال – مكافحة حشرة دودة اللوز القرنفلية بطريقة تشويش التزاوج Pink bollworm(*Pectinophora gossypiella*) – حيث يُستخدَم فى مكافحتها ثلاث فيرومونات من أهمها فيرومون Gossyplure – من أكثر الفيرومونات ثباتاً ودواماً. يُنشر مستحضرات تشويش التزاوج بإحدى الطرق الآتية:

أ- مستحضرات على شكل ألياف أو صفائح قشرية – تُنشَر من الجـو بواسـطة الطائرات.

ب – كبسولات دقيقة وكريات بوليمر تختلط بالماء – تُنشَر بواسطة آلآت الـرش التقليدية.

جـ – ناشرات بوليمر صلبة – مثل أنابيب البـولى إثيلـين – تُنشَـر بالأيـدى. إستُخدِمت هذه الطريقة فى مصر بنجاح فى الفترة من عام 1994 حتى 1998.

6-4. إستخدامات أخرى لكيمياء الإتصالات Semiochemicals

الشائع – حالياً – فى كيمياء الإتصالات Semiochemicals إستخدام فيرومونـات الجنس ذات التنوع الكيميائى الواسع المدى فى مكافحة الحشرات – خاصة حشـرات حرشفية الأجنحة – إلا أنه من المتوقع – نتيجة لتقدم وسائل الكشف والتحليل – أن تظهر أنواع أخرى من كيميائيات الإتصالات يمكن الإستفادة منها فى بـرامج الإدارة المتكاملة للآفات – منها مايلى:

6-4-1. فيرومونات منع التجمع Anti aggregation pheromones: تنجذب خنافس القلف إلى الأشجار التى تصيبها عن طريق كيميائيات إتصال تفرزهـا هـذه الأشجار. عندما يصل تعداد الخنافس حد معين – يتناسب مع حجـم الكتلـة الحيـة للأشجار تُصدِر الخنافس فيرومونات مانعة للتجمع عـن طريـق تشـويش عمليـة إستجابة الخنافس للإنجذاب للأشجار. من فيرومونات مانعة التجمع لخنفساء القلـف مركبات Methylcyclohexenone و Verbenone.

6-4-2. فيرومونات مانعة للتبويض Ovipostion deterring pheromones: تقوم إناث أبى دقيقات الكرنب البيضاء بإضافة مانع لعملية التبويض من غـدة فـى طرف البطن أثناء وضع البيض – لمنع الإناث الأخرى من نفس النوع مـن وضـع البيض فى نفس المكان. تم عزل المواد الفعالة ووُجِد أنها عبارة عن ثلاثة مركبـات من أشباه القلويات.

6-4-3. فيرمونات التحذير Alarm pheromones: عندما تهاجم المفترسات حشرات المن تُفرز الأخيرة فيرومون تحـذيرى – (E)-B-Farnesene – لحشـرات المن الأخرى للتوقف عن التغذية والتحرك بعيدا. وُجِدت فيرومونات تحذير فى بعض أنواع الأكاروسات – المكونات الأساسية فى تركيبها الكيميـائى مركبـات السـيترال والأيزوبيبرفينون.

يُستَخدَم – حالياً – على نطاق واسع العديد من فيرومونات الجنس المُصَـنَعة – فى برامج مكافحة العديد من الآفات الحشرية. نظراً – للزيادة الكبيـرة فـى مجـال إكتشاف وتطوير وتصنيع الكثير من هذه الفيرومونات لاتخضع – عملية تسـميتها – لنوع معين من القواعد – يشار إلى بعضها بالإسم الشائع Common name ؛ فـى حين – يشار إلى البعض الآخر بالإسم التجارى Trade name أو الإسـم الكيميـائى Chemical name. يُطلق الإسم الشائع – عادة – على المواد التى تُسـتَخدَم لفتـرة ثابتة وتقوم بتصنيعه أكثر من جهة – مثل الإسم الشائع – Disparlure – فيرومون الفراشة الغجرية. يوضح جدول (6 – 2) قائمة بالإسم الشائع لأهـم الفيرومونـات المستخدمة فى مجال مكافحة الحشرات ؛ فى حين – يطلق الإسـم التجـارى علـى الفيرومونات الحديثة التى يتم تصنيعها بواسطة شركة واحدة . أما الإسم الكيميـائى فيُستَخدَم – عادة – فى المراحل الأولى لإنتاج المركب.

تُصنِّع وتُسوِّق العديد من الشركات الأمريكيـة – حاليـاً – فيرومونـات لمكافحـة الحشرات تحت أسماء قد تكون مرتبطة بإسم الشركة أو إسم الحشرة . تسوِّق – مـثلاً – شركة Hercon Environmental فيرومونات تحت إسم ------ Hercon® Disrupt (insect name) – بمعنى أن يدل كل نوع من الفيرومونات إلى إسم الحشرة الخاصـة به ؛ بالإضافة إلى – تصنيع مصائد فيرومون لكل نوع مـن الحشـرات تحـت إسـم (insect name) -------- Hercon® Luretape . تصنع – أيضاً – مصائد تحتوى على مبيد للحشرة بالإضافة إلى الفيرومـون تحـت إسـم ------ Hercon® Lure N Kill (insect name). فى حين تقوم شركة Trece بتسمية الفيرومونات بإسـم Pherocon®

" – مقترناً بحرف أو أكثر من إسم الحشرة. مثلاً – يسمى الفيرومون المُستَخدَم لجذب فراشة الكود لينج ®Codling moth Phercon------CM – يسمى الفيرومون المُستَخدَم لجذب دودة اللوز القرنفلية ®Pink bollworm Pherocon ----- PBW . أما شركة Scentry – تُنتج الفيرومونات تحت إسم (insect name) ------- ®Attract'n kill. شركة Micro Flo تقوم – أيضاً – بتسويق فيرومون فراشة الكودلينج تحت أسم ®Isomate – C وفيرومون فراشة الفاكهة الشرقية تحت إسم ®Isomate -- M. كما تصنع شركة Fermone Chemical فيرومونات لجذب العنكبوت الأحمر تحت إسم ®Stirrup M، وديدان اللوز القرنفلية تحت إسم ®Stirrup PBW.

جدول (6-2): أسماء أهم الفيرومونات الجنسية المصنعة والأنواع الحشرية المنجذبة لها.

الإسم الشائع للفيرومون Pheromone common name	النوع الحشرى المنجذب له Attracted species
Propylure	دودة اللوز القرنفلية
Gossyplure	دودة اللوز القرنفلية
Hexalure	دودة اللوز القرنفلية
Prodenialure	دودةورق القطن
Muscalure	ذباب منزلى
Grandlure	سوسة اللوز *Anthonomus grandis*
Gyptol	حشرة *Porthetria dispar*
Disparlure	حشرة *Porthetria dispar*
Siglure	ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط
Periplanone B	الصرصور الأمريكى
Megatomic acid	خنافس السجاد السوداء
Codlelure	فراشة الكود لينج
Cuelure	ذبابة بطيخ البحر الأبيض المتوسط
Japonlure	الخنفشاء اليابانية
Orfralure	فراشة الفاكهة الشرقية

6-4-4. إستخدام الفيرومونات الجنسية Sex pheromones:

تُستخدَم الفيرومونات الجنسية فى برامج مكافحة الحشرات لغرضين رئيسين:

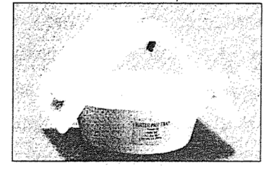
- حصر الكثافة العددية للآفة Population density survey: يترتب عليها توجيه برامج المكافحة وتقييم مدى نجاح هذه البرامج. يُشترط فى الفيرومونات التى تُستخدَم لهذا الغرض ألا تجد الحشرة المنجذبة مشقة فى البحث عنه وأن تنجذب له بسرعة كبيرة .
- المكافحة السلوكية المباشرة Direct behavioral control: تتطلب عملية المكافحة المباشرة للحشرات – بإستخدام فيرومونات جنسية – ضرورة الإلمام بفسيولوجيا الحشرة المطلوب مكافحتها بصورة شاملة. يمكن إستخدام الفيرومونات الجنسية فى مكافحة الحشرات بطريقتين متضادتين: أولهما – تنبيه الحشرات لعملية الإنجذاب ناحية مصدر الفيرومون – الثانية – تثبيط هذا السلوك.

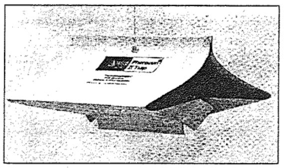
6-4-4-1. تنبيه السلوك Stimulation of behaviour: تعتمد هذه الطريقة على قدرة الفيرومون على إحداث التوجيه من مسافة ما. قد يُستَخدَم الفيرومون منفرداً أو مع الضوء. ثبت فى بعض التجارب أن وجود مصدر ضوئى فى مصيدة الفيرومون يؤدى إلى توجيه الحشرات الليلية من رتبة حرشفية الأجنحة بشكل أفضل. أهم طرق التوجيه المستخدمة فى مكافحة الحشرات:

أ – التوجيه إلى عائل نباتى غير مناسب: تُفرِز بعض أنواع الحشرات – خاصة خنافس القلف – فيرومونات للتجمع بعد تغذيتها على العائل النباتى المناسب – يؤدى إلى توجيه أعداد أخرى من الخنافس تجاه هذا العائل للتغذية عليه. توضع – هذه النوعية من الفيرومونات – على عائل غير مناسب (ثانوى) فتتجمع الحشرات عليها مما يسهل عملية التخلص منها .

ب– التوجيه إلى المصايد: تُستَخدَم فيرومونات لجذب الفراشات إلى المصايد – خاصة فراشات ذكور حشرات حرشفية الأجنحة. يُشترط فى الفيرومون المستخدم فى

المصيدة أن ينافس الفيرومون الموجود فى الإناث الطبيعية. يتم القضاء على الذكور التى توجهت للمصايد (شكل 6 – 1) بإضافة مادة قاتلة للحشرات فى المصيدة ؛ أو إستخدام مادة لاصقة على سطح المصيدة. من عيوب ذلك – فساد المادة اللاصقة عند تعرضها للهواء أو لظروف الجو البارد، أو فى حالة تمام تغطية سطح المادة اللاصقة بأجسام الذكور.





شكل (6 – 1): نماذج لمصايد الفيرومون الجاذبة.

جـ – التوجه إلى مصدر مسبب للعقم : تُجذَب الذكور إلى المصيدة وتُسَهَّل تلاقيها مع مادة كيميائية مُسببة للعُقم، ثم يُعاد إطلاقها مرة أخرى للتزاوج مع إناث طبيعية. بشرط أن تكون للذكور – التى تم تعقيمها قدرة تنافسية مع الذكور الطبيعية.

6-4-4-2. تثبيط السلوك Inhibition of behaviour: يُشَبَّع الجو بالفيرومون عن طريق إطلاق كميات كافية منه – يؤدى إلى توقف الإدراك الحسى للذكور ؛ بالتالى – فشلها فى العثور على الإناث فلاتحدث عملية التزاوج . من أهم الإستخدامات الناجحة – لهذه الطريقة – تتم عن طريق توزيع الفيرومون الجنسى لديدان اللوز القرنفلية فى حقول القطن من خلال خلايا من ألياف polyvinyl مجوفة تحتوى على الفيرومون والتى تتيح عملية الإنطلاق البطىء والمنتظم للفيرومون فى الحقول المصابة – يؤدى إلى تشتيت عملية توجه الذكور ناحية الإناث لتلقيحها.

فى الختام – نستطيع القول أن إستخدام الفيرومونات الصناعية يمكن أن يساعد فى دراسة حركة وإنتشار الحشرات ومدى تذبذب أعدادها ووصولها إلى قمة المنحنيات. أيضاً – فى الدراسات الإستكشافية على المناطق الحدودية، مناطق الرصد

والحجر الزراعى للتحذير من دخول آفات جديدة. من المُرَجَح – أيضـــاً – أن تتبـــوأ هذه الوسيلة مكانها كإحدى الطرق الهامة فى كبح جماح الحشرات من خلال عمليات الإرباك ونشر المصايد (شكل 6 – 2).



شكل (6–2) : إحدى طرق نشر المصايد.

الفصل السابع

7 – منظمات النمو الحشرية

Insect Growth Regulators

مجموعة حديثة من مبيدات الحشرات؛ تتميز بالتخصص النوعى Selectivity qualitative؛ تتداخل مع بعض النُظُم الفسيولوجية المتخصصة فى الحشرات – بعكس مبيدات الحشرات التقليدية ذات التخصص الكمى Selectivity quantitative. تتميز بتأثيراتها المتأخرة Latant effects، ونشاطها الإبادى المنخفض؛ كما – أنها فعالة على طور معين – أو عدة أطوار خلال فترة حياة الحشرة.

7-1. خلفية فسيولوجية

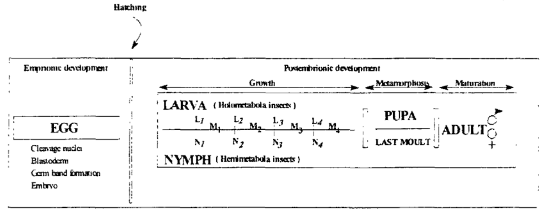
يتحكم – جهاز الغدد الصماء Endocrine system فى الحشرات بالتعاون مع الجهاز العصبى Nervous system – خاصة الخلايا العصبية المُفرِزة فى المخ Neurosecretory cells (NSC) – فى عملية النمو والتطور.

الغدد الصماء:

- غدة الجسم القلبى Corpus cardiacum (C.C.): تنشط هرمون المخ Prothoracicotrpic hormone (PTTH) – المُفرَز من خلايا الجهاز العصبى المركزى.
- غدة الصدر الأمامى Prothoracic gland (P.G.): تفرز هرمون الإنسلاخ Moulthing hormone – بفعل تنشيط هرمون المخ. يقوم بوظيفتين رئيسيتين – الإنسلاخ Moulting والتشكل Metamorphosis. مسئولة عن التطور الحشرى إلى الطور التالى.
- غدة الجسم الكروى Corpus allatum (C.A.): تُفرز هرمون الشباب Juvenile hormone (JH) أو ثبات الحالة Neotenin – أيضاً – بفعل هرمون المخ. يقوم بتثبيط وظيفة التشكل – إحدى وظائف هرمون الإنسلاخ.

نظام تتابع الإفرازات الهرمونية فى الحشرات:

ينشط هرمون المخ **Brain hormone** نتيجة مروره فى غدة الجسم القلبى (C.C.)؛ فينبه غدة الصدر الأمامى (P.G.) لإفراز هرمون الإنسلاخ **Moulting hormone** – يقوم بوظيفتى الإنسلاخ والتشكل. فى حالة إفراز غدة الجسم الكروى (C.A.) لهرمون الشباب (JH) **Juvenile hormone** يقوم بتثبيط وظيفة التشكل ويقتصر دور هرمون الإنسلاخ على عملية الإنسلاخ – فقط؛ بالتالى – يؤدى وجود هرمون JH إلى إستمرار وجود الأطوار غير الكاملة؛ فى حين – يؤدى خفض كميته أو غيابه إلى نضج الحشرة وتحولها إلى الطور الكامل. يوضح شكل (7-1) عمليات النمو والتطور فى كل من الحشرات كاملة التطور **Holometabola insects** والحشرات ناقصة التطور **Hemimetabola insects** ودور النُظُم الهرمونية.



شكل (1-7): شكل تخطيطى للنمو والتطور فى الحشرات.

2-7. هرمون الشباب (ثبات الحالة)

Juvenile hormone (JH) (Neotenin)

يقوم هرمون الشباب بعدة وظائف فى الحشرات:

- يدخل فى تحديد الشكل المورفولوجى **Marphogenetic hormone** – بمنع تحول الحشرة من الأطوار غير الكاملة **Immature stages** إلى الطور الكامل **Adult stage** – عن طريق التداخل مع هرمون الإنسلاخ – ويحافظ

على الصفات اليرقية Larval characters - فى حالـة الحشـرات كاملـة التطـور - أو Nymphal characters - فى حالة الحشرات ناقصة التطور.

- يؤثر فى عملية التكاثر Gonadotropic hormone - فى كثيـر مـن الرتـب الحشرية - يبدأ بإفراز هذا الهرمون - ثانية - بعد تكوّن الحشـرة الكاملـة فيؤثر على المبايض فى الإناث ويساعد فى إنتاج ونمو البويضات Oogenesis - عن طريق التحكم فى عمليات تمثيل البروتينات - بالتالى - الـتحكم فـى إنتاج وترسيب المُح اللازم لتكوينها. مسئول - أيضاً - عـن وصـول الغـدد التناسلية الذكرية إلى أقصى نشاط لها.
- ينشط غدة الصدر الأمامى Protharacic gland لإنتاج هرمـون الإنسلاخ خلال الطـور اليرقى؛ فى حين - يقوم هرمون المخ بهذا الدور أثناء عملية التشكل. وَجَدَ Staal,1967 أن إزالة غدة الجسم الكـروى (C. A.) من يرقـات مُبَكـرَة لحشـرة *Cecropia* أو *Cynthia* - يؤدى إلى فشلها فى عملية الإنسلاخ.
- يُعتَقَد أن له دوراً فى تنظيم النشاط الحركى Motor activity نتيجة تأثيره على عمليات تمثيل الدهون والجليكوجين Glycogen أثناء الطيران. عند إزالة غدة C.A. - يحدث إنخفاضاً تلقائياً فى النشاط الحركى - كمـا تتجمـع الـدهون والجليكوجين.
- يُعتَقَد أن له دوراً فى تنظيم السلوك الجنسى عن طريق تدخله فى عملية تنظيم إطلاق الفيرومونات.
- قد يكون له - أيضاً - دوراً فى عملية تكوين الحـامض النـووى RNA وفـى تكوين المستودع النووى.

7-2-1. طريقة فعل هرمون الشباب Mode of action of JH

تُفسر نظريات عديدة طريقة فعل JH؛ أهمها - نظريتان للعالم Wigglesworth :(W.W)

إفترض فى الأولى عـام 1935: أن الفعل المورفولوجـى لهرمـون الشباب JH

يقوم بدوره – بناءاً على فـروض Goldschmidt's لإختلاف سرعات التفاعـلات. إفتـرض أن هناك تنافسـاً بيـن نوعيـن من العمليات فى وقـت واحـد – عملية تكشـف الأقراص الجنينية لصفات الطور الكامل Differentiation of the imaginal structure وعملية الإنسلاخ Moulting. لا يحدث التكشف Differentiation إلا فى الفترة بين تحلل الكيوتيكل القديم وتكوين الكيوتيكل الجديد. بناء على ذلك – يـؤخر JH سرعة تكشف الأقراص الجنينية؛ بالتالى – تتغلب عليها سرعة عملية الإنسلاخ ولايحدث تشكل Metamorphosis؛ لـذا – يسـمى الهرمـون فـى هـذه الحالـة Inhibitory hormone. النظرية الثانية – عام 1940: إفترض أن هنـاك نظـامين إنزيمين موجودان داخل كل خلية من خلايا الهيبودرمس – نظام إنـزيمى خـاص بالصفات اليرقية Larval characters – ونظام خـاص بصـفات الطـور الكامـل Imaginal characters. لايظهر النظام الإنزيمى لليرقات إلا فى وجود JH؛ فى حين أن لايظهر النظام الأنزيمى الخاص بصفات الطور الكامل إلا فى غيـاب JH. سـمى W.W. الهرمون فى هذه النظرية بإسـم Juvenile hormone (or Neotenin) .

النظرية الثالثة: بدأ هذه النظرية كل من Pflugfelder (1939,1941) و Weed - pfeiffer(1945)، وجَدَا – عـن طريـق التجـارب – أن JH يعمـل علـى زيـادة كمية التمثيل الكليـة Total metabolism (positive effects). تَعَقَّـب هـذا الـرأى E.Thomsem (1949,1955) و Engelmann (1957) و Sagesser (1961) – حيـث إفترضوا أن غدة .C.A تُفـرِز هرمـونين – هرمـون خـاص بالصـفات اليرقيـة Morphogenetic hormone كمـا وصـفه W.W.؛ وهرمـون Gonadotropic hormone – الذى يقوم بعملية تنشيط المبايض – ويؤثر على كمية التمثيل الكلية.

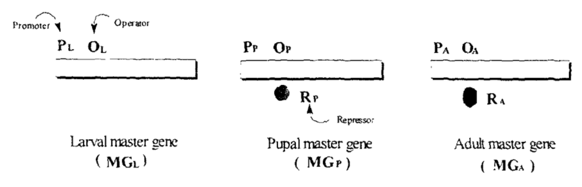
النظرية الرابعة: وضع هذه النظرية Nova'k (1951–1956) على أسـاس أن هناك عاملاً يسمى Gradient factor (G.F.) – ينظم نمو أجزاء جسم الفرد البـالغ Imaginal parts. طبقاً لهذه النظرية – يسيطر JH الناتج فى الجسم – على هـذه الأماكن ويُفقِد .G.F. فاعليته.

النظرية الخامسة: النظرية الوراثية إقترحها (Willis 1969 ; Williams, 1961):
أن هناك داخل كل خلية 3 أنظمة جينية خاصة بكل من اليرقات والعذارى والحشرات الكاملة (شكل 7 – 2). يتكون كل نظام من المُنشيء Promoter (P) والمُظهر Operator (O)؛ كما – يتواجد في النظام الجيني لكل من طوري العذراء والحشرة الكاملة المُثبط Repressor (R) حيث يكون:

R_p نشط فقط في وجود تركيز عالي من JH

R_A نشط في وجود تركيز منخفض من JH

وكلا العاملين (R_A ،R_p) غير فعالين في غياب JH. على هذا – يؤدي وجود JH إلى عدم إظهار أي جينات جديدة – بالتالي يعاد ظهور الجينات اليرقية.



شكل (7–2): النظام الجيني المتحكم في عمليات النمو والتطور في الحشرات.

7–2–2. التطور التاريخي لكيمياء هرمون الشباب ومشابهاته

أول من وجه النظر إلى هرمون الشباب العالم Wigglesworth عام 1934، عند دراسته لموضوع دور الغدد الصماء في تطور بقة *Rhodnius*. حدد عام 1936 مصدر هذا الهرمون – وهو غدة الجسم الكروي .C.A. أعلن Williams في عام 1956 أن ذكور دودة الحرير (Silkmoth) *Platysoma cecropia* – تكون مصدراً غنياً لهرمون الشباب. أشار Lawrence ومعاونوه – عام 1961 – إلى أن الإختلاف في كمية الهرمون تَرجع إلى إختلاف حجم الفرد. كما وجدوا الهرمون في كل من البيض واليرقات – وإن إختفى أثناء الإنسلاخ من العذراء إلى الحشرة الكاملة . إستطاع Schmialk – في نفس العام – عزل مركبين من فضلات حشرة *T.molitor* هما

Farnesol و Farnesal – مركبات تربينية Terpenoides تتكون من ثلاثة وحدات من مركب Isoprene – لهما فاعلية مورفولوجية مشابهة لهرمون الشباب. عام 1963 – تم إختبار العديد من المركبات التربينية الأخرى منها مركب Farnesyl methyl ether وN,N-diethyl farnesyl كانا أكثر فاعلية من مركب Farnesol. أعلن Sla'ma – فى نفس العام – أن هناك عديد من المركبات – تشمل العديد من الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة والعديد من المواد الطبيعية المصدر والصناعية – تعطى فعلاً مشابه لفعل هرمون الشباب. عام 1965 – وُجِدَ – أن إضافة مجموعة Epoxy لمركبMethyl farnesenate أدت الى الحصول على مركب أعلى فاعلية من الهرمون النقى المستخرج من دودة الحرير.

C_5H_8 Isoprene

CH_2OH

Farnesol

CHO

Farnesal

CH_2OCH_3

Farnethyl methyl ether

$CH_2N(C_2H_5)_2$

N,N-diethyl farnesyl

O $COOCH_3$

Methyl farnesenate

إكتشـــف Sla'ma و Williams ومعـــاونوهم – عـــام 1966 – مركـــب جوفابيونJuvabione – الذى أدى إلى فشل حشرة *Pyrrhocoris apterus* فى إكمال دورة حياتها. ترجع قصة هذا الكشف – إلى ملاحظة عدم تطور هذه الحشـــرة عنـــد تعرضها إلى ورق التواليت الأمريكى وورق بعض المجلات مثل New York Times، Science و Wall Street Journal المستخدم فى تبطين أوانى التربية. يرجع ذلك – لوجود مادة فعالة فى مستخلصات لُب بعض أنواع الأخشـــاب – مثل التنوب البلسمى Balsam fir، اللاركـــس Larch، الصـــنوبر Pine، الـــراتنج Spruce والشوكران Hemmlock. عُـــرف نشاط هـــذه المستخلصـــات النباتيـــة بإصـــطلاح Papar factor (P. F.). حيث يؤدى معاملة حوريـــة حشـــرة *P.apterus* بجرعـــة 0.001 ملجم أو تعريض الحوريات إلى ورق هذه النباتات إلى فعل كامل يشابه فعـــل هرمـــون الشباب JH – وإن لم يحدث هذا الفعل إلا على عدد محـــدود مـــن أنـــواع عائلة *Pyrrhocoridae*. فى عام 1967 عُـــزل – أيضاً – مـــركب آخـــر من خشب التنوب هـــو Dehydrojuvabione تعادل فاعليته 0.1 فاعليـــة Juvabione علـــى حشرات عائلة *Pyrrhocoridae*.

COOCH3

Juvabione

COOCH3

Dehydrojuvabione

عموماً – تمخض التقدم العلمى فى هذا المجال – عن إكتشاف وتعريف هرمونات الشباب الطبيعية JHI، JHII و JHIII. أول من عـــزل وعَرَّف JHI مـــن حشـــرة دودة الحرير *Hylophora cecropia* – العـــالم Röller عـــام 1967. نشـــرMeyer ومعاونوه عام 1968 – أيضا – تركيبJHII المعزول مـــن دودة الحريـــر. عـــزل

Judy وآخرين عام 1974 – كـل مـنJHII ، JHIII مـن حشـرة الدخـان *Manduca sexta*. يعتبر JHI أكثر هذه الهـرمونات نشـاطاً – خـاصة – فـى حشـرات حرشفية الأجنحة؛ فى حين تتباين كل من JHII، JHIII فى نشاطها – فى الأنواع الحشرية المختلفة. هرمونات الشباب – كما هو واضح من التركيب الكيميائى – مركبات تربينية تتبع قسم Sesquiterpenes. كحول Farnesol – هـو الأسـاس الكيميائى لها.

JH I — $COOCH_3$

JH II — $COOCH_3$

JH III — $COOCH_3$

7-2-3. مشابهات هرمـــون الشبـاب

Juvenile Hormone Analogues (JHA) (Juvenoides)

تعطى تأثيراً بيولوجياً مشابهاً لما يُحدثه هرمون الشباب الطبيعـى. يبلـغ عـدد المركبات التى تم تحضيرها – حتى الآن – والتى أظهـرت درجـات متفاوتـة مـن الفاعلية إلى عدة آلآف من المركبات. الأهميـة المرجـوة منهـا – هـو إمكانيـة إستخدامها فى مكافحة الحشـرات كجيـل ثالـث مـن مبيـدات الحشـرات Third generátion insecticides من خلال برامج المكافحـة المتكاملـة للآفـات (IPM). لا تقوم – هذه المواد – بفعلها كمبيدات للحشرات عن طريق إحداث سـمية فعليـة؛ إنما بإحداث خلل فى النمو الطبيعى – يترتب عليه – إعاقة التطـور الطبيعـى فـى مجاميع كثيرة من الآفات الحشرية. من الوجهة العلمية – تعطى المركبـات عاليـة التخصص – على مجموعة حشرية معينة – تصوراً عن إمكانيـة إسـتخدامها فـى المكافحة دون أى ضرر – ليس على الإنسان والحيوان – فقط – لكـن – أيضـاً –

على الحشرات النافعة من ملَقحات، طفيليات ومفترسات؛ عكس مبيدات الحشرات التقليدية – ذات التأثير الإبادى على الطفيليات والمفترسات قد يكون أعلى من الآفات نفسها. تضم المواد المعروفة – حالياً – من مشابهات هرمون الشباب – إما مصنعة أو مستخرجة من بعض أنواع النباتات أو المصادر الأخرى – 8 مجموعات تبعاً لتركيبها الكيميائى :

- مركبات مشابهة للمادة الفعالة المستخرجة من ذكور دودة الحرير .
- مركبات قريبة الشبه بالمجموعة السابقة – تعتبر مشتقات لحامض Farnesenic – لكنها لاتحتوى على مجموعة Epoxy؛ كما – تحتوى على مجاميع Methyl بدلاً من مجاميع Ethyl فى الموقعين 7، 11.
- مركبات تحتوى فى تركيبها على مجموعات Aromatic ethers أو Thio ethers أو Amines، بالإضافة إلى – تركيب مشابهات الهرمون الطبيعية (JHA). غالباً – ما تكون مشتقات فينولية أو أنيلينية مستبدلة على ذرة الأكسجين الطرفية مع بعض التحورات الأخرى.
- مركبات تربينية تحتوى على حلقة Juvabione ومشتقاتها.
- مشتقات أروماتية لمركب Juvabione.
- مركبات حلقية لإيثرات الدوديسيل – تحتوى على سلاسل جانبية؛ أيضاً – المركبات التى لها فعل مشابه لهرمون الشباب مثل مختلف أنواع منشطات مبيدات الحشرات من نوع المنشط Sesamex.
- مركبات تحتوى على روابط ببتيدية. تتكون من حامضين أو ثلاثة أحماض أمينية بالإضافة إلى سلسلة أليفاتية جانبية. من أهم المركبات – مركب L-isoleucyl-L-alanyl-aminobenzoic acid ethyl. تبلغ فاعليته ضعف فاعلية مركب Juvabione على حشرات *Pyrrhocoridae*. يُعتَبر أول مركب له فعل جهازى داخل أنسجة النبات. أدى معاملة نبات دوار الشمس بجرعة مقدارها 125 ميكروجرام/نبات إلى إنتقاله داخل النبات وإحداثه فاعلية مورفولوجية على يرقات البقة القطنية الحمراء.

- العديد من الأحماض الدهنيـــة والكحـــولات – المشـــبعة وغيـــر المشـــبعة – ومشتقاتها. فاعلية أغلب هذه المركبات أقل من مشـــابهات هرمـــون الشـــباب الأخرى. شملت هذه المركبات العديد من الأحماض الدهنية المحتويـــة علـــى ذرات كربون تتراوح بين 12ــ 18 ذرة وإسترتها مع الميثايل.

7-2-4. تأثير هرمونات الشباب ومـــشابهاتها
Effect of JH's and its analogue (JHa)

أ – تأثيرات مورفولوجية Morphogenetic

ناقشنا – سابقاً – الفعل الفســيولوجى الطبيعـــى المترتـــب علـــى تواجـــــــد هرمونات الشباب فى الأطوار غير الكاملة وإمكانية حدوث التطور نحو إكتمـــال دورة الحياة عند نقص كمياته أو إختفائه. تؤدى معاملـــة الطـــور اليرقـــى الأخيـــر بأحـــد هرمونات الشباب أو مشابهاته إلى عدم حدوث التطور نتيجة إستمرار تواجد الطـــور اليرقى، أو تكوّن عذراء تتفاوت بين الشكل العملاق Giant form والشـــكل العـــادى Perfect form، أو ظهور أشـــكال وسطية بين الأطـــوار غير الكامـــلة والحشـــرة الكاملة. تعتبر أطوار العمر اليرقى الأخير – فـــى الحشـــــرات كاملـــة التطـــور – والحورية الأخيرة – فى الحشرات ناقصة التطور – والعـــذراء من أكثر الأطـــوار حساسية للمعاملة والتى تؤدى إلى وقف التطور وموت الحشرة. تعتمـــد ســـــرعة الإستجابة على – طول فترة التعريض، نـــوع الحشرة، الطـــور المعامـــل، وقـــت المعاملة، مســـتوى الجرعة، طريقة المعاملة ونـــوع المركب. تؤدى طـــول فتـــرة التعريض وزيادة التركيز فى جميع الأنـــــواع الحشـــرية – مـــثلاً – إلـــى وقـــف التطـــــور نهائياً. نجد – فى دودة ورق القطـــن – أن الأعمـــار اليرقيـــة الأربعـــة الأولـــــى غير حساسة؛ فى حين – تؤدى معاملة الطورين الخامس والسادس إلى إنتاج عـــذارى مشوهة. طور العذراء أكثر الأطوار حساسـية؛ تـــنخفض – هـــذه الحساسية – بتقـــدم العمر؛ كما – يتناقص معدل تأثير الطـــور الحشـــرى الكامـــل بزيادة العمر.

ب - تأثير تعقيمى Chemosterilization effect

- تأثير على التكاثر Effect of reproduction: بالرغم من أن تنظيم عملية التناسل تتطلب مستوى هرمونى معين: إلا أن - الجرعات الأعلى من المعتادة من هرمون الشباب وبعض مشابهاته تلعب دوراً هاماً فى إضطرابها فى معظم أنواع الحشرات - عدا - الأنواع التى يتم فيها نضج البيض قبل خروج الحشرة الكاملة. قد تؤدى - تحت ظروف معينة - إلى وقف كامل للقدرة التناسلية أو تقصير فترة حياة الحشرة الكاملة؛ يؤدى إلى - نقص الكفاءة التناسلية أو خفض نسبة فقس البيض؛ أو حدوث بعض التأثيرات المورفولوجية الداخلية أو الخارجية؛ يترتب عليها - حدوث خلل واضح فى عملية التزاوج.
- تأثير على نمو وتطور البيض Effect on embryogensis: يتواجد كل من هرمون الشباب وهرمون الإنسلاخ فى حاله نشطة فى بيض الحشرات - وإن كان دورهما فى النمو الجنينى غير معروف حتى الآن. يؤدى معاملة بيض الحشرات أو الإناث - التى تحتوى على بيض فى مراحل التطور الجنينى إلى موت الجنين فى المراحل الأولى - عند معاملتها فى الأطوار قبل طور البلاستودرم Blastoderm. الأنواع التابعة لرتب - حرشفية الأجنحة، مستقيمة الأجنحة، غمدية الأجنحة ونصفية الأجنحة أكثر حساسية لفعل معظم مشابهات هرمون الشباب - بعكس رتبة ذات الجناحين - الأقل حساسية. تُحدث معاملة الحشرات فى الأطوار بعد طور Blastokinesis بجرعات أقل من المميتة - غالباً - تأثيرات متأخرة تشابه فعل معاملة الطور اليرقى الأخير.

جـ - تأثيرات على السلوك Effect on behaviour

تُحدث معاملة الحشرات بهرمون الشباب ومشابهاته بعض التحولات السلوكية. فتختلف إستجابتها للضوء عن الإستجابة الطبيعية وتتوقف عن تكوين الشرنقة والهجرة. كما تؤثر على سلوك عملية التزاوج مثل عدم قدرة الإناث على جذب الذكور وإتمام عملية التزاوج.

د – تأثير على السكون Effect on diapause

يؤدى حقن العذارى فى حشرات حرشفية الأجنحة بمستخلص هرمـون الشـباب المستخرج من دودة الحرير أو بعض مشابهاته – إلـى كسـر سـكونها. لهرمـون الشباب – أيضاً – دوراً فى عملية تنبيه الغدد التناسلية فى الحشرات الكاملة. بالرغم من ملاحظة دور هرمون الشباب ومشابهاته فى الأطوار الحشرية المختلفة – إلا أنه – يصعُب تفسير دور هذه المركبات – لتنوع أسباب دخول وخروج الأطوار الحشرية فى طور السكون.

هـ – تأثيرات على ظاهرة تعدد الأشكال Effect of polymorphism

تُلاحَظ هذه الظاهرة فى الحشرات الإجتماعية، حيث – يخضـع تعـدد الأشـكال لتنظيم هرمونى دقيق يشمل هرمون الشباب. تؤدى معاملة حوريات الجراد والنطـاط سطحياً بهرمون الشباب – إلى تغير لون الكيوتيكل من اللون البنى أو الأسـود إلـى اللون الأخضر. تحدث هذه الظاهرة طبيعياً – أيضاً – فى حالة تزايد الكثافة العدديـة للجراد. الجدير بالذكر – أن الجرعة التى تؤدى إلى حدوث الظاهرة – السابقة – هى نفسها التى يمكن أن تؤدى إلى عدم تطور الحوريات.

7-2-5. العلاقة بين التركيب الكيميائى والفاعلية البيولوجية لمشابهات هرمون الشباب (JHa)

أُجريت دراسات عديدة – فى هذا المجال – عن طريق تحضير جزيئات مشـابهة فى هيكلها للمركبات الطبيعية ودراسة فاعليتها البيولوجية. تركزت الدراسات علـى إختيار أصل كحول جِيرانيول Geraniol – يتكون من وحـدتين Isoprene وجـزئ ماء. يوضح هذا – أن هناك مشتقات تربينية أخرى غير كحول فارنيسول Farnesol – المكون من 3 وحدات Isoprene – لها فاعلية مؤكدة. أهم هذه الدراسات – تلـك التى أجراها Bowers,1969 – دراسة فاعلية مركبات Aromatic terpenoid ether – التى أظهرت فاعلية ممتـازة كمركبـات مضـادة للتطـور Antimetamorphic activity عند إختبارها ضد حشرة دودة جريش الذرة الصفـراء *Tenebrio molitor*

عند مقارنتها بهرمون الشباب الطبيعى المستخلص من دودة الحرير – ولقد كانت أشد المركبات فاعلية هى مركبات para–substituted phenyl geranyl ether epoxides – خاصة مركب:

1-(4'-ethylphenoxy)6,7-epoxy-3,7-dimethyl-2-octene

ED_{50} *T.molitor* =0.0025mg/pupa

إكتُشفَت – أيضاً – عام 1976 – مجموعة جديدة من منظمات النمو الحشرية – مجموعة Bisthiocarbamate – تختلف فى تركيبها عن المركبات التربينية الأصل. أول مركبات هذه السلسلة – مركب [N–ethyl–1,2–bis(isobutylthiocarbamoyl)ethan]. أظهر فاعلية مورفولوجية عالية على دودة جريش الذرة الصفراء *T.molitor*. المركب غير سام للعديد من أنواع الحشرات الأخرى. أيضاً – الكائنات الكبيرة مثل الفأر (Oral LD_{50} = 2710 μg/kg)، الأرنب (Dermal LD_{50}= 4640μ g/kg) والأسماك.

N–ethyl–1,2–bis(isobutylthiocarbamoyl)ethan

7-2-6. إشارة إلى بعض مشابهات ومجالات إستخدام هرمون الشباب ومشابهاته

نتيجة لمعرفة الهيكل التركيبى لهرمونات الشباب الطبيعية وفاعليتها المورفولوجية، وبعض المركبات الأخرى ذات الفاعلية المورفولوجية المشابهة – تم تحضير عدداً هائلاً من المركبات لإختبارها فى مكافحة الحشرات؛ إجتاز عدد قليل – من هذه المركبات –

هـــذه الإختبــــارات. مـــن أهـــم هـــذه المركبـــات – Methoprene، Hydroprene، Kinoprene، Fenoxycarb، Epofenonane و Pyriproxyfen .

مركب Methoprene (Altoside®) – من إنتاج شركة Zoecon – سـجل – عام 1975 – بواسطة وكالة حماية البيئة EPA – كمبيد ليرقات البعوض. سُـجل المركب – أيضاً – بأسماء عديدة منها – Precor® – لمكافحة براغيـث القطـط والكلاب فى المنازل؛ Pharorid® – لمكافحة النمل الفرعونى؛ Diacon® – لمكافحة أفات الفول السودانى؛ Kabat® – لمكافحة خنافس السجاد. مركب Hydroprene (Mator®, Gencor®) – لمكافحة الصراصير وآفات الحبوب المخزونة. فعــال – أيضاً – ضد حشرات متشابهة، حرشفية وغمدية الأجنحة. يــؤثر علـــى حوريـــات الصراصير أثناء تطورها ويؤدى إلى عدم تكوّن الأجنحة وتحول لونها إلى اللـــون الداكن وتصبح الأفراد الكاملة الناتجة عقيمة. ينحصر تأثيره على الطـــور الكامـــل للصراصير فى عُقم النسل الناتج. مركب Kinoprene (Enstar®). توقـــف إنتـــاج المركب بواسطة شركة Sandoze المُنتجَة له. فعال ضد المنّ، الذبابـــة البيضـــاء، البق الدقيقى والحشرات القشرية – الصلبة واللينة – على أشجار الفاكهة، الخضر، المحاصيل المنزرعة فى الصوب أو تحت المظلات. متخصص على حشـــرات رتبـــة متشابهة الأجنحة. يُحدِث نقصاً تدريجياً فى وضع البيض؛ وقتل البـــيض الـــذى تـــم وضعه بالفعل وتعقيم الحشرات الكاملة للذباب الأبيض والمنّ. المركـــب غيـــر ســـام للإنسان والحيوان. مركب Fenoxycarb (Torus®, Pictyl®, Logic®) – فعال ضـــد طور البيض. يثبط التحول إلى الطور الكامل عن طريق موت الحشـــرة فـــى الطـــور اليرقى الأخير أو طور العذراء؛ كما – يتداخل فى عمليـــة الإنســـلاخ فـــى الأعمـــار المبكرة. فعال ضد النمل النارى، جميع أنواع النمل الأخرى، البراغيث، الصراصـــير، النطاطات، الحشرات القشرية ويرقات البعوض. مركب Epofenonane – يُســـتَخدَم خلال برامج المكافحة المتكاملة لآفات التفاح الحشرية، برشه مرتين. يُحدث خفضـــاً حاداً فى أعداد الحشرات فى نهاية الموسم؛ يترتب عليه – نقص الخسائر فى الثمار.

مركب Pyriproxyfen. فعال ضد السلالات المقاومة للمبيدات الفوسفورية والسلالات الحساسة من الذباب المنزلي؛ فعال – أيضاً – ضد يرقات بعوض الملاريا.

Methoprene

Isopropyl(2E- 4E)-11methoxy-3,7-11-trimethyl-2,4 dodecadienoate

Hydroprene

(E,E)-ethyl-3,7-11-trimethyl-2,4 -dodecadienoate

Kinoprene

2-propyl(E,E)-3,7-11-trimethyl-2,4 -dodecadienoate

Fenoxycarb

Ethyl(2-[4 -phenoxyphenyl]ethyl)carbamate

Epofenonane

(±)- 6,7- epoxy-3-ethyl-7-methylnonyl - 4 -ethylphenyl ether

Pyriproxyfen

4 -phenoxyphenyl(*RS*)-2-(2-pyridylloxy) propyl ether

7-2-7. مضادات هرمون الشباب Antijuvenile hormone

يتواجد فى تركيب بعض أنواع النباتات – فى محاولة للدفاع عن وجودها – بعض المركبات التى تُحدث تطوراً Metamorphosis فى حشرات Precocious – لقدرتها على خفض مستوى هرمون الشباب فى الحشرات إلى مادون الحد المسبب لبقاء الطور اليرقى المتغذى على هذه النباتات. تحتوى هذه المركبات على نواة Chromene. طريقة تأثيرها غير معروفة على وجه الدقة. يمكن تسمية المركبات المحتوية على نواة Chromene بإسم Antiallatotropins أو Precocenes – منها مركبات – Precocene I ،Precocene II ،Precocene III. نتيجة قدرتها على تنبيه عمليات تحول حشرات Precocious. يشار – أيضاً – على أنها أول مركبات الجيل الرابع من مبيدات الحشرات "Fourth generation of insecticides".

Chromene nucli

Precocene I

Precocene II

Precocene III

أثبت بحث أُجرى على بعض حشرات *Hemipteroid* و *Orthopteroie* – لدراسة تأثير *مركبات* Precoćene I و Precocene II ومشابهاتهما الصناعية – أن هذه المركبات تسبب أعراضاً تشابه أعراض نقص هرمون الشباب Juvenile hormone. أدت معاملة الحوريات الصغيرة – إلى إجبارها على الدخول فى عمليات إنسلاخ وتطور قبل موعدها؛ ترتب على ذلك – إنتاج أطوار وسطية – مشوهة – مابين الحوريات والحشرات الكاملة تسمى Adultiforms؛ فى حين – أحدثت معاملة الحوريات الكبيرة – فى طور ماقبل تطورها – أو الحشرات الكاملة تأثيراً مضاداً "

"Anti-allatins ترتب عليه حدوث ضمور فى غدة (.Corpora allata (C.A. ثبت – حديثاً – أن غدة .C.A تحول مركبات Precocenes إلى -Cytotoxic 3,4 epoxy-precocenes – تتراكم وتسبب حدوث تسمم فى الغدد. يُحدث مركب Precocene II ومركب (Precocene III) 7-ethoxy- Precocene II – عند معاملة الطور الأخير من حوريات الجراد – إلى تحور فى الإفرازات العادية لغدد .C.A وتثبيط فاعليتها .

حدثت – أيضاً – عند تعرض مختلف أطوار حشرة منّ البازلاء *Acyrthosiphon pisum* إلى هجوم من قِبَل الطفيل *Aphidius ervi* – تشوهات فى إناث الطفيل دون الذكور – خاصة – تشوه الأجنحة وعدم إكتمال نموها. يُعزى ذلك – لإفراز مركب Precocene III من حشرات المنّ – أدى إلى حدوث إضطراب فى الغدد الصماء للطفيل.

7-2-8. ميكانيكية فعل هرمون الشباب ومشابهاته كمبيدات للحشرات

Mode of action of JH and its analougs as insecticides

يتواجد هرمون الشباب (Juvenile hormone (JH فى الأطوار اليرقية – أو الحورية – بتركيزات محددة لآداء فعل فسيولوجى معين – للمحافظة على صفاتها غير الكاملة؛ كما أن له دوراً فى خروج بعض أنواع الحشرات من فترات السكون. يتدخل – أيضاً – فى عملية نمو المبايض فى الحشرات الكاملة؛ لذا – يُحدث إستخدامه أو أحد مشابهاته فى الأوقات غير المناسبة بعض الإضطرابات الفسيولوجية – تُحدث خللاً فى دورة الحياة. يؤدى إستخدامه – مثلاً – فى معاملة الطور اليرقى أو الحورى الأخير – أو طور العذراء إلى موت هذه الأطوار نتيجة عدم تطورها أو قد يحدث التطور إلى حشرات كاملة مشوهة وغير طبيعية – ما تلبث أن تموت أو على أقل تقدير لاتستطيع آداء وظائفها. قد تؤدى المعاملة – أيضاً – بأحد مشابهات هرمون الشباب – أثناء فترات سكون بعض أنواع الحشرات – إلى إجبارها للخروج من هذا الطور فى ظروف غير مناسبة مما يؤدى إلى هلاكها. على العكس من ذلك – تؤدى معاملة الطور اليرقى بمضادات هرمون الشباب

Antijuvenile hormone إلى تحولها إلى الطور الكامل دون إستعداد كاف؛ فيُحدث تشوهات ومسخ فى هذه الأطوار؛ أما معاملة الطور الكامل – فتؤدى إلى عدم إتمام نمو المبايض وما يترتب عليه من إيقاف عملية التكاثر.

7-3. هرمون الإنسلاخ Moulting hormone (MH) Ecdysone

أول من لفت الأنظار إلى أن عملية الإنسلاخ فى الحشرات يتحكم فيها عامل ما – العالم Kopeć – عام 1917. أهم مراحل إكتشاف هرمون الإنسلاخ – إستخلاصه بواسطة Butenandt & Karlson عام 1954 – على صورة بلورية – من عذراء دودة الحرير.

7-3-1. التركيب الكيميائى Chemical structure

وُجد بإستخدام أشعة X وجهاز مطياف الكتلة – أن الوزن الجزيئى لهرمون الإنسلاخ هو 464. الصيغة الجزئية – $C_{27}H_{44}O_6$. يوجد به مجموعة أكسجينية واحدة وخمسة مجاميع أيدروكسيل. عبارة عن مادة إستيرويدية Steroids لها علاقة بمركب Cholestrol. أثبت Karlson ومعاونوه أن هرمون الإنسلاخ Ecdysone – يتواجد فى شكلين هما α-ecdysone و β-ecdysone – الشكل -α – يُفرز من غدة الصدر الأمامى؛ مايلبث أن – يتحول إلى الشكل -β بواسطة الجسم الدهنى والبشرة وبعض الأنسجة الأخرى فى الجسم. الجدير بالذكر – يؤثر الشكل -β – مباشرة فى عملية الإنسلاخ.

Cholestrol

HO

α-ecdysone

β-ecdysone

7-3-2. طريقة فعل هرمون الإنسلاخ

Mode of action of Ecdysone

يؤدى – هرمون الإنسلاخ – فعله عن طريق تنشيط جميع الأنظمة الإنزيمية فى خلايا الهيبودرمس بصور مختلفة :

الصورة الأولى: إنتفاخ الخلايا التى قد يكون مصاحباً لها – أو غير مصاحب – إنقسام للخلايا.

الصورة الثانية: إفراز سائل الإنسلاخ الذى يعمل على إذابة الطبقة الداخلية للكيوتيكل القديم.

الصورة الثالثة: تكوين الكيوتيكل الجديد عن طريق تنشيط الخلايا لإفراز الطبقات الأولى العليا ثم يليها الطبقات السفلى.

7-3-3. مشابهات هرمـــــون الإنسلاخ

Moulting hormone derivatives

(MHd) (Ecdysoids)

تنقسم إلى ثلاثة أقسام طبقاً لمصدرها الأساسى:

- مشابهات حيوانية المصدر Zooecdysoids: أول مـــادة تـم اكتشافـــها – Crustecdysone. سُميت بهذا الاسـم – لإستخراجها من القشريات البحريـة Crustacea. تشبه الهرمون الطبيعى β-ecdysone بيولوجياً وكيميائياً . ثانى مادة تم عـزلـها من الكائن البحـــرى الإســـتاكوزا Craryfish – هـى Dehydroxyecdysone (Dehydroxycrustecdysone) – تـــم إســتبدال مجموعة "OH" الموجودة على ذرة الكربون رقم 3 بـذرة " H ". إسـتخلص عديد من المركبات – من بعض أنواع الحشرات والكائنات التى تعـيش فـى الماء العذب والماء المالح – لم يتم تعريفها بشكل كامل. إكتُشِفَ – أيضـاً – عديد من المركبات المستخرجة من بعض الكائنات البحرية مثـل أم الخلـول Mytilus والمحار Mussel – ذات فاعلية عالية مشابهة لهرمون الإنسلاخ.
- مشابهات نباتية المصدر Phytoecdysoids: عُزِل – أول مركبات إسـتيرويدية نباتية المصدر – لها فعل مشابه لهرمـون الإنسـلاخ – مـن أوراق نبـات السرخس (الخنشار) *Podocarpus nakii* . عبارة عـن أربعـة مشـابهات سُمـيَت بأسـماء Ponasteron A,B,C and D (Nakanishi,*et.al*,1966). عُزِل – أيضاً – مركبى Inokosterone، Isoinokosterone من جذور نـوع آخر من نبات السـرخس *Achyrantes fauriei* (Takemoto *et. Al.*,1967). شملت أطول سلسلة إستيرويدات نباتية تم تعريفها كيميائيـاً – لهـا فاعليـة عالية مشابهة لهرمون الإنسلاخ – على مركبات – Makisteron A,B,C,D، Stachysterone و Cyasterone (Thomson *et. al.*, 1968).
- مشابهات صناعية Synthetic ecdysoids: تم تحضير العديد من الإسـتيرويدات الصناعية التى تتطابق فى تركيبها الكيميائى مع هرمـون الإنسـلاخ. جـرت –

أيضاً - محاولات عديدة لتحضير بعض المركبات المحورة عن التركيب الأساسى من ناحية نقصان أو زيادة عدد مجاميع الأيدروكسيل بهدف زيادة الفاعلية البيولوجية لها. نتيجة ذلك - تم تحضير العديد من المركبات الصناعية ذات الفاعلية البيولوجية العالية أو المنخفضة عن المركبات الطبيعية.

7-3-4. ميكانيكية فعل هرمون الإنسلاخ ومشابهاته كمبيدات للحشرات

Mode of action of MH and its derivatives as insecticides

يُفرز هرمون الإنسلاخ - خلال دورة الإنسلاخ الطبيعى - بمعدلات محددة حتى تمام عملية الإنسلاخ. يؤدى تعريض الحشرات إلى كميات كبيرة من هرمون الإنسلاخ أو أحد مشابهاته فى وقت حرج - لا تكون الحشرات فى حاجة إليه - إلى إجبار الحشرة على إجراء عملية إنسلاخ؛ يترتب عليها - إفراز كيوتيكل جديد غير كامل. يعتبر - ذلك - حالة مرضية تسمى " Hyperecdysonism " تؤدى إلى موت الحشرة.

7-4. مُثَبطات تكوين الشيتين

Chitin synthesis inhibitors

مجموعة حديثة - نسبياً - من المركبات؛ تثبط عملية تكوين الشيتين، عن طريق تثبيط أو التداخل فى بعض العمليات الحيوية - يؤدى إلى وقف تطور الحشرات. تتبع أغلب مركباتها المجموعة الكيميائية Benzoyl phenyl ureas. تتميز بأنها مركبات غير جهازية - لايمكنها إختراق وتخلل أنسجة النبات - عند معاملة النبات بها؛ لذا - لاتتأثر الحشرات ذات أجزاء الفم الثاقب الماص بها يزيد من خاصية إختياريتها - خاصة للأعداء الحيوية؛ كما - تتميز بدرجة كافية من الثبات على سطح النبات وإنخفاض سميتها للثدييات والطيور والأسماك.

$$C_6H_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH-C_6H_5$$

Benzylphenylurea

يفسر عمل هذه المركبات العديد من النظريات – أهمها النظرية – التى تفترض تداخل هذه المركبات مع إنزيمات phenoloxidase أو DOPA decarboxylase وتثبيط عملها (ضرورية لتكوين الكيتونات المدبوغة من الأحماض الأمينية العطرية) (شكل 7–2). مما يؤدى – إلى فشل عملية صلابة وقتامة الجُليد Integument .

من النظريات التى تلقى قبولاً – أيضاً – تتداخل هذه المركبات فى عملية ترسيب طبقات الجُليد – يؤدى إلى فشل بناء الجُليد الداخلى، أو تتداخل مع الخطوات النهائية لتكوين الشيتين – يؤدى فى النهاية الى تكوين جُليد رقيق وضعيف (جُليد مَرَضى) فتفشل عملية إتمام تطور الحشرة.

شكل (7–2): خطوات تكوين الكينونات المدبوغة وأماكن التداخل معها وتثبيط تكوينها

7-4-1. أهم المركبات المثبطة لتكوين الشيتين

مركب Diflubenzuron (Dimiline®) – من أهم مركبات هذه المجموعة. لايقتصر تأثيره – فقط – على كونه من مثبطات تكوين الشيتين بل يتعداه كمادة سامة للحشرات. الفعل الأساسى له – على الطور اليرقى لمعظم أنواع الحشرات عن طريق تثبيط عملية تكوين الشيتين أثناء عملية الإنسلاخ، يؤدى إلى إتلاف طبقة الكيوتيكل. لوحظ – أيضاً – فى بعض أنواع الحشرات تموت اليرقات المعاملة نتيجة الجوع. وُجِدَ – أن له فعلاً تعقيمياً للحشرات؛ فعند تعريض الإناث الكاملة لبعض أنواع الحشرات – للمركب – تقوم بوضع بيض غير مخصب. المركب فعال ضد يرقات البعوض بتركيزات لا تتعدى 0.1 جرام/ آكر. سُجِلَ منذ عام 1982 ضد الفراشة الفجرية، سوسة لوز القطن، نطاط الفول القطيفى، دودة البرسيم على فول الصويا وذبابة عيش الغراب. مركب Teflubenzuron (Nomolt®,Dart®) – يُستَخدَم لمكافحة العديد من أنواع الخنافس، الفراشات والذباب على محاصيل الفاكهة المتساقطة، الموالح، العنب، محاصيل الخضر، الحبوب والقطن. مركب Triflumuron (Alsystin®) – عالى الفاعلية ضد النطاطات بالإضافة إلى سوسة لوز القطن، خنافس كلورادو على البطاطس، فراشة الكودلنج Codling، الفراشة الغجرية، الحفارات على الذرة والبعوض (أوقف إنتاجه عام 1989). مركب Chlorfluazron (Jupiter®,Atabron®) – فعال على معظم النطاطات على محصول القطن. مركب Flufenoxuron (Cascade®) – مركب شديد الفاعلية ضد الأكاروسات – خاصة – أكاروس الغبيرة الذى يصيب نخيل التمر، بالإضافة إلى الحشرات – يستخدم على عدد كبير من المحاصيل. مركب Cyromazin (Larvadex® , Trigard®) – يختلف عن جميع المركبات السابقة كيميائياً حيث يتبع مجموعة Triazine – بخلاف المركبات السابقة التى تتبع مجموعة Benzoyl phenyl ureas. يُستَخدَم فى المجال الزراعى لمكافحة صانعات الأنفاق على محاصيل الخضر وأشجار الزينة. يُستَخدَم فى المجال البيطرى لمكافحة الذباب المتواجد على مخلفات-مزارع الدواجن عن طريق إضافته إلى العليقة. أثبت

Mostafa,*et.al.*,1994 – أنه بالرغم من معاملة الدواجن بغُشر الجرعة الموصى بإضافتها إلى العليقة – فإنه حدث تراكم لمتبقيات المبيد فى كل من أنسجة الكبد والعضلات بعد 7 أيام من المعاملة؛ أدى إلى حدوث بعض التغيرات المَرَضية المعنوية فى كميات بعض المركبات الحيوية الهامة والإنزيمات مما إنعكس على معدل نمو الدواجن المعاملة. مركب Fenoxycarb – (Logic®,Pictyl®,Torus®) يتبع مجموعة مركبات Carbamates. يُستَخدم كطعم لمكافحة النمل؛ كما – يُستَخدَم فى مكافحة بيض ويرقات البعوض والصراصير، بالإضافة – إلى مكافحة العديد من الآفات الحشرية على محاصيل الخضر، الفاكهة ونباتات الزينة. مركب Lufenuron – فعال فى مكافحة البراغيث. يتوقف تطور اليرقات المتغذية على دم معامل؛ كما تنتج الإناث التى تتغذى على حيوانات معاملة بيضاً غير مخصب.

Diflubenzuron

1-(4 -chlorophenyl)-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea

Teflubenzuron

1-(3,5-dichloro-2,3-difluorophenyl)-3-(2,6-difluoro-benzoyl)urea

Triflumuron

2-chloro-N[[[4 -(trifluoromethoxy) phenyl]-amino]carbonyl]benzamide

Chlorfluazuron

N-[4-(chloro-5-trifluoromethyl-2-pyridinyl-oxy)-3,5-dichloro-phenyl-amino carbomyl]-2,6-difluoro-benzamide

Flufenoxuron

1-[4-(2-chloro- α α trifluoro-*p*-tolyloxy)-2-fluorophenyl-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea

Fenoxycarb

Ethyl(2-[4-phenoxyphenoxy]ethyl)carbamate

Lufenuron

(RS)-1-[2,5-dichloro-4-(1,1,2,3,3,3-hexafluoroproxy)phenyl

السؤال الآن : هل تستطيع منظمات النمو الحشرية ومثبطاتها – بمختلف أنواعها – أن تكون عاملاً فعالاً فى مكافحة الآفات ؟ الإجابة : نعم بشرط أن تكون قادرة على خفض تعداد الآفات تحت مستوى الضرر الإقتصادى؛ بل يمكنها منافسة مبيدات الحشرات التقليدية دون حدوث ضرر للكائنات النافعة والبيئة؛ ويمكن إستخدامها ضمن برامج المكافحة المتكاملة مشاركة مع وسائل المكافحة الأخرى.

الفصل الثامن
8 - مانعات التغذية
Antifeedants

8-1. مقدمة

مانعات التغذية أحد الإتجاهات الحديثة - نسبياً - فى مكافحة الآفات. إستُحدثت فى الستينات - من القرن العشرين - لحماية المحاصيل الزراعية من مهاجمة الآفات بالتأثير على قدرة الآفة على التغذية فتموت جوعاً. من الوسائل الهامة التى يمكن إستخدامها فى برامج المكافحة المتكاملة للآفات - لِما تتمتع به من ميزة حماية المحصول المعامل من الآفات مع عدم التأثير على الكائنات غير المستهدفة.

8-2. تسمية وتعريف مانعات التغذية :

إقترح Dethier وآخرون - عام 1960 - إطلاق إسم مانع أو عائق التغذية Feeding deterrent على المواد التى تؤدى إلى إمتناع الحشرة عن التغذية على العائل الغذائى؛ فى حين أطلق عليها Frazer - عام 1965 - إسم نبذ أو رفض الغذاء Rejectant. من أكثر الإصطلاحات قبولاً فى هذا المجال مصطلحى Antifeedant و Rejectant - حيث تعرَّف مانعات لتغذية بأنها مواد كيميائية تمنع بدء أو إستمرار تغذية الحشرة على العائل المستهدف حمايته - قد يكون لبعض هذه المواد فعل سام أو طارد على الحشرات المعاملة.

8-3. التطور التاريخى لإستخدام مانعات التغذية

بدأ الإستخدام الموسع لهذه النوعية من المركبات - عام 1932 - حيث تم إختبار حوالى 500 مادة كيميائية ضد الخنفساء اليابانية *Popillia japonica* - إلا أن النتائج المتحصل عليها كانت محدودة. مركب AC-24055 - 4'-(3,3-dimethyl-l-triazeno)acetanilide - المُكتشف عام 1959 - هو البداية

الحقيقية لإستخدام هذه النوعية من المركبات فى مجال وقاية النبات. إكتُشِفت – فى عام 1962 – فاعلية مستخلصات الزنزلخت – المستخرجة من شجرة النيم *Azadirachta indica* – كمانعات تغذية للجراد الصحراوى. قد تكون بعض المركبات مانعة للتغذية لآفة معينة؛ فى حين – تكون مشجعة على تغذية آفة أخرى؛ لِذا – ينصب البحث عن مواد متخصصة ضد آفات بعينها على عائل نباتى معين.

8-4. طريقة فعل المواد المانعة للتغذية

Mode of action of antifeedants

تتم عملية تغذية الحشرة طبيعياً على ثلاثة مراحل متتالية:

مرحلة أولى: إتجاه وإنجذاب ناحية الغذاء **Orientation or Attraction** – يُفتَرَض عدم وجود أى إختلافات فى الإتجاه والإنجذاب نحو كل من الغذاء المعامل بمادة مانعة للتغذية وآخر غير معامل – أى يتم تحييد عامل التفضيل عند الحشرة.

مرحلة ثانية: الشروع فى التغذية (القرض Biting). تتوقف الحشرات – التى تتغذى على الغذاء المعامل – عن التغذية؛ فى حين تستمر الحشرات المتغذية على الغذاء غير المعامل.

مرحلة ثالثة: الإبتلاع أو الإستمرار فى التغذية **Swallowing or sustained feeding**. يتضح الفرق بين الحشرات التى تعرضت لغذاء معامل والتى تعرضت لغذاء غير معامل فى هذه المرحلة. تتوقف الحشرات التى بدأت فى التغذية على غذاء معامل تماماً عن التغذية؛ فى حين تستمر الحشرات على الأسطح غير المعاملة فى التغذية الطبيعية.

لتفسير ذلك: تحتاج الحشرة إلى ثلاثة عناصر رئيسية لإتمام عملية التغذية بشكل طبيعى:

أ – وجود أعضاء حس (منبهات التذوق).

ب – غياب مثبط التنبيه (المؤثر المانع للتغذية).

جـ – أن تكون الحشرة جائعة.

تثبط مانعات التغذية فعل المستقبلات الحسية الكيميائية الخاصة بالتذوق Chemo receptors - الموجودة فى منطقة الفم - فتفقد الحشرة حاسة تنبيه التذوق ، فتفشل فى التعرف على الغذاء - المعامل أو غير المعامل - فتتوقف عن التغذية وإن إستمرت فى التجول للبحث عن مصدر غذائى آخر دون جدوى. لكى تؤدى المادة مانعة التغذية فعلها - لابد أن تلامس المستقبلات الحسية الكيميائية الخاصة بالتذوق .

فى تجربة أجريت بإستخدام مركب AC-24055 عن طريق وضعه فى تجويف الفم دون ملامسته للمستقبلات الحسية الكيميائية الخاصة بالتذوق أو حقنه فى فراغ الجسم أو غمر الحشرة - بإستثناء منطقة الرأس - لم يُظهِر المركب أى تأثير مانع للتغذية .

تؤثرمشتقات Azadirachtin - مباشرة - على مستقبلات الحس الخاصة بالتذوق الموجودة على السطح الداخلى للملمس الشفوى فى الجراد الصحراوى. ثبت - أيضاً - أن المستقبلات الحسية الموجودة فى الفك السفلى ليرقات حشرة الدخان هى المسئولة عن تنظيم عملية التغذية. عند معاملة مركبى Chlordimeform و Clerodin سطحياً - للشعيرات الحسية الكيميائية الخاصة بالتذوق والرائحة ليرقات نبات الدخان - إختلف مكان التأثير بإختلاف المركب. فإن مكان تأثير مركب Chlordimeform هو منطقة اللسان ، فى حين كان مكان تأثير مركب Clerodin على الملامس الفكية. أظهرت بعض الدراسات أن مركب Brestan لايؤثر مباشرة على المستقبلات الحسية الخاصة بالتذوق ويؤدى فعله كمانع للتغذية بعد حقنه فى الدم.

8-5. التركيب الكيميائى لمانعات التغذية :

تتميز المواد التى لها قدرة على منع تغذية الآفات بمدى واسع فى تركيبها الكيميائى.

أهم مجموعات مانعات التغذية:

8-5-1. مجموعة مركبات القصدير العضوية Organotins:

تتميز هذه المجموعة بفاعليتها الإبادية ضد العديد من الآفات – مثل الحشرات القارضة والنيماتودا والفطريات والقواقع؛ كما أن لبعضها فعل تعقيمي لبعض الحشرات. أظهرت – أيضاً – هذه المجموعة ، نتائج متميزة كمانعات تغذية ضد العديد من الآفات الهامة – مثل دودة ورق القطن والدودة القارضة ودودة درنات البطاطس وحشرة *Boarmia selenaria*. من أهم مركباتها Fentin acetate (Brestan)، Fentin hydroxide (Du-Ter)، Fentin chloride (Brestanol)، Cyhexatin (Plictran) و Fenbutatin.

Fentin acetate
(Brestan)

Fentin hydroxide
(DU-Ter)

Fentin chloride
(Brestanol)

Cyhexatin
(Plictran)

Fenbutatin

8-5-2. مجموعة مركبات النيتروجين العضوية:

مـن أهـم مركباتها -AC [4'-(3,3-dimethyl-1-triazeno) acetanilide] 24055، Pymetrozin (Pyridine azomethine)، Guazatine triacetate. مركب AC-24055 – فعال كمادة مانعة للتغذية ضد يرقات حرشفية الأجنحة والصراصير والخنافس والسوس. يعمل مركب Pymetrozin على منع حشرة المن من التغذية والموت جوعاً؛ في حين – يتطلب فعل مركب Guazatine كمادة مانعة للتغذية – إستخدام تركيز عالٍ جداً من المادة (5 – 20 جرام/لتر).

Pymetrozin

AC-24055

Guazatin

8-5-3. **مجموعة مركبات التربينات Terpenoid compounds :**

تشمل هذه المجموعة العديد من مركبات التربينات المتنوعة – أهمها Azaderactin ، Daucosterol ، Clerodin و Ajugarin I. يُستَخرج مركب Azaderactin – من شجرة النيم *Azadirachta indica* – له 12 مشابه منها – مشابهان فقط – لهما فعل كمواد مانعة للتغذية للعديد من الآفات الحشرية – خاصة الجراد الصحراوي. أظهر مركب Daucosterol فاعلية متميزة كمادة مانعة للتغذية ضد حشرة *Sitophilus oryzae*. حقق مركبي Clerodin و Ajugarin I فاعلية كمانعات للتغذية ضد دودة ورق القطن. عزى Kojima and Kato,1980 فعل المركبان – كمواد مانعة للتغذية – إلى الجزء السفلى من التركيب الكيميائى للمركبين وهو عبارة عن *Transe*-decalin.

Azaderactin

Daucosterol

Clerodin   Ajugarin I   *Transe*-decalin

عُزِلَ – أيضاً – مركبات أخرى من بعض أجزاء النباتات من أهمها مركب Juglone – الفعال ضد خنافس اللحاء والصراصير. عُزِلَ مركب Polygodial من نبات *Polygonum hydropiper*، ومركب Plumbagin من نبات *Plumbago capensis*.

Plumbagin   Polygodial   Juglone

8-5-4. مجموعة مركبات متنوعة:

تشمل العديد من المركبات – منها بعض مبيدات الحشرات والفطريات والأكاروسات – المحضرة صناعياً – ومنها بعض المستخلصات النباتية. أهم المركبات التى يمكن الإشارة إليها – مبيد الحشرات الكرباماتى Propoxure – الذى أظهر فاعلية متميزة كمانع للتغذية – ذو صفات جهازية – ضد العديد من الحشرات ذات الفم القارض. أظهر مبيد الأكاروسات Chlordimeform – أيضاً – فاعلية عالية كمانع لتغذية دودة ورق القطن. هناك العديد من المركبات الأخرى التى لها

فاعليـــة كمانعـــات تغذيـــة منهـــا مبيـــدات الفطـــريات Thiram ، Captan و Carbendazim ، ومبيدات الحشائش Glyphosate و Isoproturon التى أظهـــرت فاعلية – بدرجات متفاوتة – ضد العمر الثالث ليرقات *S.oblique*. أظهرت – أيضـــاً – مركبات البيرثرينات الطبيعية فاعلية كمـــواد مضـــادة للتغذيـــة ضـــد حشـــرة جلوسينا. كمـــا تم عـــزل وتعريف مركب(6-methoxy benzoxazolinone (MBOA من نباتات الذرة المقاومة لدودة الذرة الأوربية. يتواجد هذا المركب فى النباتات على صورة Glucoside يسمى DIMBOA – الذى يتواجد فى مكان تغذية اليرقات ، ثـــم يتحول ببطىء إلى الصورة MBOA.

Chlordimeform

Propoxur

Captan

Thiram

Glyphosate

Carbendazim

MBOA

Isoproturon

8-5-5. مستخلصات نباتية خام - غير مُعرَّفة:

أظهرت مستخلصات جذور نبات *Angelica dehurica* وجميع أجزاء نبات *Lysimachia avarices* وريزومات نبات *Nardostachys chinensis* فاعلية كمانعات تغذية بتركيز 1,3 ملجم/سم^2 لمدة أكثر من 30 يوماً. أظهرت – أيضاً – المستخلصات الخام Crude plant extracts لنباتات *Melia volkensii* و *Origanum vulgare* فعالية كمانعات للتغذية لكل من Cabbage looper ، Army worm و Diamondback moth؛ كما – أظهر مستخلص نبات *Origanum vulgare* فاعلية ضد Mexican bean beetle. عزل – أيضاً – مركب من المستخلص الميثانولى لبعض النباتات الإستوائية يتبع مجموعة مركبات Limonoids. أظهر المركب فاعلية كمادة مانعة للتغذية لنوعين من يرقات Pink boll worm - *Lepidopteran* (*Pectinophora gossypiella*) و Army worm (*Spodoptera frugiperda*). أظهر المستخلص الميثانولى لبعض النباتات – عام 2006 – التابعة للعديد من العائلات النباتية – مثل – *Hippocastanaceae*، *Loranthaceae*، *Ebenaceae*، *Caprifoliaceae*، *Betulaceae*، *Hypericaceae*، *Buxaceae* فاعلية كمانعات تغذية – ضد يرقات *Thaumetopoae solittaria* – بدرجات متفاوتة.

8-6. الصعوبات التى تواجه إستخدام مانعات التغذية فى برامج المكافحة المتكاملة للآفات.

- نظراً لكونها مركبات غير جهازية – فهى لاتصلح لمكافحة الحشرات ذات الفم الثاقب الماص؛ لذا – فإن التوصل إلى مركبات ذات خواص جهازية – يفتح المجال إلى إمكانية إستخدامها فى مكافحة الحشرات على نطاق واسع.

- يجب تغطية النباتات المعاملة تغطية كاملة حتى لاتتاح الفرصة لتغذية الحشرات على المناطق غير المعاملة.
- تتعرض النموات الحديثة – بعد المعاملة – للمهاجمة من قِبَل الحشرات.
- يتيح عدم إزالة الحشائش من الحقول المعاملـــة الفرصـــة لإنتقـــال الحشـــرات والتغذية عليها.

8-7. مدى نجاح مانعات التغذية فى برامج المكافحة المتكاملة للآفات.

- غير ضارة للأعداء الحيوية ونحل العسل – مما يزيد من فـــرص إســـتخدامها ضمن برامج المكافحة المتكاملة .
- تؤدى فعلها فور إستخدامها – عكس بعض مجاميع المبيدات التى قـــد تحتـــاج لبعض الوقت لآداء فعلها – مما يقلل من الأضرار التـــى تلحـــق بالمحاصـــيل المعاملة .
- لبعضها فعل تعقيمى للحشرات على المدى الطويل .
- يمكن خلطها مع العديد من مبيدات الحشرات التقليدية مما يزيد مـــن الفاعليـــة تجاه الآفات الحشرية المعاملة.
- تطور ظاهرة المقاومة تجاه هـــذه المركبـــات – بطـــىء – مقارنـــة بمبيـــدات الحشرات التقليدية.
- منخفضة السمية للإنسان وحيوانات المزرعـــة مقارنـــة بمبيـــدات الحشـــرات التقليدية .

مما سبق – تعتبرَ هذه المركبات ذات تخصص دقيق حيـــث تســـتخدم لمكافحـــة أنواع حشرية بعينها وفى مجالات محـــدودة؛ لـــذا – يجـــب أن تتجـــه الدراســـات والأبحاث فى مجال مانعات التغذية ناحية دراسة العلاقة بـــين التركيـــب الكيميـــائى ومستوى الفعل البيولوجى لهذه المركبات ، وعلاقة ذلك – بمراكز الحس المتحكمة فى عملية التغذية ومدى تأثير ذلك على المحتوى الكيميـــائى للحشـــرات المعاملـــة وعلاقته بتطور ظاهرة المقاومة؛ إضافة إلى – محاولة التوصـــل إلـــى مـــواد ذات

نشاط جهازى لحماية النموات الحديثة. يجب - أيضاً - التركيز على المركبات المستخلصة من أصول نباتية - مع التأكيد على عدم حدوث آثار جانبية ضارة بالإنسان وحيوانات المزرعة والبيئة.

الباب الرابع
الإستخدام الآمن لبعض المركبات الكيميائية

الفصل التاسع : مبيدات غير عضوية منخفضة السمية

الفصل العاشر : طرق آمنة يستخدم فيها مركبات سامة

الفصل الحادى عشر : محفزات تحطيم الملوثات الكيميائية والمبيدات

الفصل التاسع

9 – مبيدات غير عضوية منخفضة السمية

Low Toxicity Inorganic Pesticides

9-1. مركبات البورون Boron compounds

9-1-1. حامض البوريك Boric acid (Orthoboric acid)

(Nibor-D® ،Roach-Pruf® ،Drax® ،Mopup® ،Borid®)

حامض البوريك (H_3BO_3) – مسحوق أبيض عديم الرائحة – غير متطاير له فترة بقاء طويلة – نسبة المادة الفعالة 100 %. يدخل فى تحضير العديد من مستحضرات مكافحة الحشرات – مثل – الصراصير، النمل الأبيض، Fire ants، القراد، بق الفراش، البراغيث، خنافس السجاد، مئويات الأقدام، أم أربعة وأربعين، الجنادب Grasshopper، أبومقص Earwigs والكثير من الحشرات الضارة الأخرى. تتلف المعاملة الجهاز العصبى للحشرات المعاملة ؛ فضلاً على عملها كمادة مجففة لأجسام الحشرات.

إستخدام البورات Borates – كمبيدات للحشرات – لأول مرة – عام 1922؛ حيث – قام P.F.Harris بتحضيرها على صورة أقراص لمكافحة الصراصير. بدأ إستخدامها – فى الولايات المتحدة الأمريكية عام 1955 – فى معاملة الأخشاب الجديدة لحماية المنشأت الخشبية من وباء النمل الأبيض المدمر. تم تعميم إستخدامها – عام 1970 كمعاملة للأخشاب المستخدمة فى المنشأت فى كل من أوربا والولايات المتحدة الأمريكية لحمايتها من خنافس الخشب والنمل الأبيض. بحلول عام 1985 كان هناك أكثر من 200 مُنتج مُسجل تحتوى على البورات.

كقاعدة عامة – تعتبر مبيدات الحشرات المنزلية المحضرة من حامض البوريك آمنة بدرجة كافية – حتى للأطفال ؛ لذا – يمكن إستخدامها فى تحضير بعض المراهم الطبية والمحاليل المخففة كغسول للعينين. قيمت وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA برنامج مكافحة الأفات بحامض البوريك فى معسكرات الجيش

الأمريكى. ثبت أن هذه المعاملة تعتبر من المعاملات الإقتصادية والأكثر فاعلية من العلاجات الأخرى. لم يثبت – أيضاً – إكتساب الحشرات مقاومة لعنصر البورات ؛ كما – أن المركبات مقاومة للحرارة والماء – لذا – تظل فعالة لفترات طويلة – خاصة – ضد الحشرات الزاحفة – مثل الصراصير والسمك الفضى وخنافس المخزن Larder beetles ونمل النجارين Carpenter ants ومختلف حفارات وفطريات الأخشاب.

9-1-1-1. طرق مكافحة بعض الحشرات الهامة بإستخدام حامض البوريك

- مكافحة حشرة النمل Ants: يُستخدم طعم مكون من ملعقة مائدة واحدة حامض البوريك + ملعقة واحدة سكر + كمية كافية من الماء تكفى لتحضير المزيج. تشبع بعض كرات من القطن ؛ ثم – توضع فى وعاء صغير، مع سكب القليل من المحلول فى الوعاء حتى لاتجف الكرات، توضع الكرات فى طريق النمل.
- مكافحة النمل الأبيض Termites: كمعاملة للأخشاب بحامض البوريك المخلوط مع بعض المذيبات الكيميائية – مثل Propylene و Glycol – بحيث تصبح جزءاً من الألياف الخشبية – لحمايتها الدائمة.
- مكافحة السمك الفضى Silverfish : يمكن القضاء على حشرة السمك الفضى المُتلفة للمستندات والملابس بإستخدام مخلوط بتركيز 20 % من مسحوق حامض البوريك مع مسحوق أى مادة خاملة بيضاء اللون. يوضع المسحوق فى علب صغيرة يتم وضعها فى الخزانات والأدراج وحول البالوعات – للقضاء سريعاً على الحشرة.
- مكافحة البراغيث Fleas: يرش المخلوط المستخدم فى حالة حشرة السمك الفضى على السجاد وتخلله بين النسيج بإستعمال فرشاة. يترك لمدة أسبوع ليقضى على جميع الطوار.
- وقاية عامة للمنزل: يحضر محلول بتركيز 5 – 10 % من حامض البوريك فى الماء – لسهولة الذوبان تسخن الماء أولاً . المحلول قاتل لجميع الحشرات

المنزلية وآمن الإستخدام – خاصة للأطفال – ولايتلف الزخارف والألوان. يستخدم فى غسيل الأسطح والأرضيات والجدران – خاصة الزوايا والشقوق – والخزانات والغسالات. من الطبيعى ألا نتوقع نتائج فورية ؛ بل – يجب إعطاء بعض الوقت لتظهر النتائج ؛ قد – يلزم الأمر تكرار المعاملة .

9-1-2. مركب بوراكس Borax:
(Ant Bait ،Terro™)

بوراكس كلمة مشتقة من الكلمة العربية براق *Buraq* – المشتقة بدورها من الكلمة الفارسية *Burak*. يسمى – أيضاً – Sodium borate أو Sodium tetraborate أو Disodium tetraborate. إستُخدِمت قديما فى مصر فى عمليات التحنيط وفى الدولة الرومانية فى صناعة الزجاج ؛ كما – إستخدمه البابليون فى صناعة الذهب. من أهم مركبات عنصر البورون boron – أحد أملاح حامض البوريك – بللورات بيضاء عديمة اللون تذوب بسهولة فى الماء. يتحصل عليها طبيعياً نتيجة البخر من البحيرات الموسمية. من أهم مناطق إنتاجه – تركيا وبعض مناطق جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية ومنطقة التبت. يمكن تحضيره صناعياً. من السهل تحوله إلى حامض البوريك وغيره من مركبات البورات. يتواجد فى صور عديدةٍ :

Anhydrous borax ($Na_2B_4O_7$)
Borax pentahydrate($Na_2B_4O_7.5H_2O$)
Borax decahydrate($Na_2B_4O_7.10H_2O$)



بللورات مركب بوراكس

يستخدم البوراكس إستخدامات عديدة – يدخل فى تحضير المنظفات Detergents، مستحضرات التجميل، معاجين الأسنان، طلاء المينا وكمحلول منظم للتفاعلات الحيوية ؛ كما – يستخدم فى صناعة المواد العازلة والألياف الصناعية وكمادة مانعة للحريق وكمادة مبيضة عن طريق تحويل بعض جزيئات الماء إلى فوق أكسيد الأيدروجين. يمكن إستخدامها كمادة مضافة للأغذية – إلا أنها محظورة فى الولايات المتحدة الأمريكية لهذا الغرض. تستخدم – أيضاً – كمادة مطهرة للجراثيم ومبيد للفطريات ومبيد للحشرات.

تستخدم فى مكافحة الصراصير عن طريق عمل طعم من البوراكس مع السكر؛ كما – يستخدم فى مكافحة النمل والبراغيث. المركب فعال فى مكافحة الفطريات. رغم تواجد عنصر البورون فى الطبيعة وإحتياج النبات له – إلا أنه يمكن إستخدامه كمبيد للأعشاب.

الجرعة المميتة من المركب للبالغين هى 15 – 20 جرام لكل واحد كجم وللأطفال أقل من 5 جرام / واحد كجم. كما – يؤدى التعرض المزمن إلى تلف الكُلية والكبد والمخ وحدوث طفح جلدى وتهيج فى الجهاز التنفسى، كما يؤثر على الخصوبة ويسبب أضرار للأجنة. لاتعنى هذه المخاطر عدم إستخدام المركب ؛ بل – يمكن إستخدامه طبقاً لقواعد السلامة والأمان.

9-1-3. مركب Disodium octaborate tetrahydrate

(Termite prufe® ،Bora-Care® ، Time-Bor®($Na_2B_8O_{13}.4H_2O$))

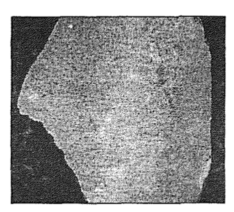
مسحوق أبيض قابل للذوبان فى الماء، عديم الرائحة، منخفض السمية الفمية والجلدية. يستخدم كمبيد للحشرات والفطريات التى تصيب الأخشاب.

9-2. دياتوم الأرض Diatomaceous earth

يعرف بأسماء عديدة أخرى منها – DE، TSS، Diatomite، Diahydro، Kieselguhr، Kieselgur و Colite. ينتج طبيعياً من بعض الطحالب على هيئة

صخور رسوبية خفيفة الوزن تشبه الإسفنج. يتكون كيميائياً من 86 % سليكا، 5 % صوديوم، 3 % منجنيز، 2 % حديد .

مسحوق المركب على صورة بللورات بيضاء . يستخدم فى مجالات عديدة – كفلاتر للمياه فى حمامات السباحة وفى مياه الشرب وترشيح السوائل؛ كما – يُستَخدَم كأحد مكونات معاجين الأسنان ومواد تنظيف المعادن – حتى التى تُستخدم فى الأغذية. نظراً – لدرجة مساميته العالية يمكن إستخدامه لتنظيف إنسكابات المواد الكيميائية الخطرة أو السامة. كما يستخدم كمادة مقاومة للحرارة وكوسيلة عازلة للحرارة.



صخر دياتوم الأرض

يُستَخدَم كمبيد للحشرات – نظراً لخواصة الطبيعية – التى تتيح له الإرتباط مع الطبقة الشمعية الخارجية المغلفة لكيوتيكل الحشرة وإتلافها – مما يؤدى إلى جفاف الحشرة وموتها. يستخدم فى مكافحة الطفيليات الحشرية الخارجية والداخلية فى كل من الإنسان والحيوان ؛ كما – يمكن إستخدامة فى معاملة المحاصيل الزراعية لمكافحة مفصليات الأرجل والقواقع والحلزونيات. قد تشكل خطراً على المفترسات. يضاف بكميات صغيرة إلى علف الماشية لعلاج الطفيليات الداخلية.

نظراً لصفاته الماصة – قد يؤدى إلى جفاف شديد فى الأيدى إذا تم تداوله بدون لبس قفازات. قد يسبب غبار المسحوق – أيضاً – مشاكل فى عملية التنفس نتيجة إستنشاق السليكا – قد يصل الأمر بالإصابة بمرض السحار الرملى Silicosis نتيجة ترسبها فى الرئتين.

9-3. مركب Silica aerogel (O_2Si)
(PT® ،Drianone® ،Dri-Die®)

تعرف أيضاً بأسماء – Amorphous silica gel, Amorphous silicon dioxide – مادة خامدة كيميائياً، ذات جزيئات صغيرة، بيضاء ناعمة، يمكنها إمتصاص الرطوبة والزيوت ؛ كما – تمتلك شحنات كهربائية إلكتروستاتيكية – مما يمكنها من الإلتصاق بأجسام الحشرات – مثل الصراصير والنمل وآفات المخازن والسمك الفضى – وإتلاف الطبقة الشمعية الواقية فتؤدى إلى جفاف الحشرات وموتها. قد تتضمن بعض مستحضراتها – بعض المبيدات – مثل البيرثرينات الطبيعية، إضافة إلى مادة بيبرونيل بيوتوكسيد.

9-4. مركبات الكبريت Sulphur compounds

من أقدم مبيدات الحشرات المعروفة. له – أيضاً – تأثيراً فعالاً كمبيد للفطريات والأكاروسات. يُستخدَم – حتى الآن – بكفاءة عالية ضد فطريات البياض الدقيقى على كل من محاصيل الخضر والفاكهة. يُستخدَم إما فى صورته العنصرية منفرداً أو يتم تجهيزه فى صور أخرى. من أهم صور إستخدامه – مسحوق الكبريت – خام الكبريت المطحون ؛ قطر حبيباتة من 7 إلى 10 ميكرون – الكبريت الزهر Flowable sulpher – ناتج من تبريد الكبريت المتسامى بالتسخين – والكبريت الميكرونى Micronized sulpher – حبيبات دقيقة جداً متجانسة قطرها حوالى 5 ميكرون – الكبريت القابل للبلل Wetable sulphur – مسحوق ذو درجة نعومة عالية مضافاً إليه مواد مبللة. من مركبات الكبريت – أيضاً – محلول مخلوط الجير والكبريت Lime-Sulphur. يُحَضَر بخلط 1 كيلوجرام جير حى مع 2 كيلوجرام كبريت ناعم فى 12 لتر ماء. يُستَخدَم المخلوط الناتج مخففاً بنسبة 1 : 8 لمكافحة الحشرات القشرية والأكاروسات شتاءاً، وبنسبة 1 : 40 صيفاً.

تفترض نظرية التأثير السام لعنصر الكبريت أنه يدخل إلى الخلايا بنفس سهولة

دخول عنصر الأكسجين – للتشابه الإلكترونى بينهما. يقوم – بعد دخوله – بمنافسة الأكسجين فى مواقع إستقباله الإنزيمية فى التفاعلات الحيوية داخل الخلية.

الفصل العاشر

10 – طرق آمنة يستخدم فيها مركبات سامة

10-1. إستخدام المبيدات الجهازية

10-1-1. إمتصاص وإنتقال المبيدات الكيميائية

تسلك المبيدات الكيميائية – عند إستخدامها على النباتات سواء بالرش أو التعفير واحدة من ثلاثة طرق:

أ – تبقى معظم الكمية فوق سطح الأوراق – ولا ينفذ منها إلا كمية ضئيلة إلى داخل النبات. تعمل المبيدات – فى هذه الحالة – على وقاية النبات من الإصابة بالحشرات أو الوقاية من المسببات المرضية الفطرية الخارجية Ectophyte، تسمى المبيدات في هذه الحالة مبيدات وقائية Protectant pesticides.

ب – تنفذ إلى داخل الأجزاء المعاملة – عن طريق الإنتشار المحدود – مما يمكنها – من قتل الحشرات التى تتغذى على هذه الأجزاء المعاملة – بالتأثير المعدى أو عن طريق الملامسة. يمكنها – أيضاً – إستأصال المسببات الفطرية للطفيليات الداخلية Endophyte (تسمى فى هذه الحالة مبيدات إباديةEradicate pesticides).

جـ – تنفذ فيها المبيدات – المستخدمة على سطح النبات أو عن طريق معاملة التربة أو البذور– داخل أنسجة النبات ثم الانتقال إلى مختلف أجزاء النبات الأخرى بكميات كافية لقتل الآفة ووقاية النبات – خاصة النموات الحديثة – لذا تسمى بالمبيدات الجهازية Systemic pesticides.

تتوقف حركة المبيد الجهازىSystemic pesticide ونفاذه خلال غشاء الكيوتكل – فى الأوراق – على قدرته على النفاذ من طبقات الكيوتيكل التى يغلُب على مكوناتها مادة الكيوتين Cutin المُنفذَة للماء؛ فى حين – يحتوى الكيوتكل في الجذور على مادة السوبرينSuberin بدلا من الكيوتين المُنفذَة – أيضا – للماء. ينفذ المبيد – أيضا – عن طريق الثغور بسرعة – مقارنة بنفاذه خلال طبقة الكيوتكل. تتوقف

حركة المبيد الكيميائى فى الأوعية الناقلة للخشب – تسمىApoplastic movement – على القابلية للذوبان فى الماء وتزداد حركة المبيد بزيادة عملية النتح. يتحرك المبيد فى الأوعية الناقلة إلى أعلى فقط ولايحتاج إلى طاقة. لايتأثر معدل إنسياب المبيدات المتعادلة أو الحامضية في هذه الأوعية – مقارنة بالمبيدات القاعدية التى قد تُمتَص من خلال جدران الأوعية الخشبية ذات الشحنات السالبة.

يتراكم المبيد الصاعد – أو نواتج تحلله – فى أطراف الأوراق فى النباتات شبكية التعرق وفى قمة الأوراق فى النباتات متوازية التعرق ولا تتمكن المركبات – التى تنتقل بهذه الطريقة – من العودة إلى أسفل النبات ثانية.

تعتمد الحركة فى أنسجة اللحاء Symplastic movement على حركة المواد الغذائية المصنعة فى النبات حيث ينتقل المبيد الكيميائى معها ويحتاج – غالبا – إلى طاقة من قِبَل النبات لنقله. يستطيع المبيد الكيميائى – الذى ينتقل عن طريق أنسجة اللحاء – من الحركة إلى الأسفل أو إلى أعلى كما يمكنه الدوران فى النبات وقد يتسرب قسم ضئيل منه عن طريق الجذور. تفوق كفاءة المبيد – المنتقل عن طريق أنسجة اللحاء – كفاءة المبيد المنتقل عن طريق الخشب – لقدرته على الإنتقال إلى جميع الأجزاء النبات بكميات كافية لقتل الآفة أينما وُجِدَت.

10-1-1-1. أنواع المبيدات الجهازية: تقسم المبيدات الجهازية بعدة طرق:

أ – حسب نسيج النبات التي تنتقل فيه:

- مبيدات خشبية Apoplastic pesticides .
- مبيدات لحائية Symplastic pesticides.

ب – على أساس معدل التحلل:

- مبيدات جهازية ثابتة Stable: لايحدث لها أى تغير وتبقى ثابتة داخل الأنسجة النبات دون تحلل. لايوجد مبيد كيميائى عضوى يستخدم – فى الوقت الحاضر – تتوافر فيه هذه المواصفات. يمكن القول أن عنصر السلينيوم Selenium الشبيه بعنصر الكبريت من العناصر الجهازية الثابتة.

- مبيدات جهازية قابلة للتحلل Endolytic: تدخل النبات وتكون فعالة بشكلها الأول ضد الآفة ثم تتحلل فى أنسجة النبات إلى مواد غير سامة.
- مبيدات جهازية قابلة للتنشيط Endomatetoxic: تدخل النبات فى شكلها الأول ثم تتحول إلى مركبات أكثر سمية للآفة داخل أنسجة النبات بتأثير بعض النظم الإنزيمية داخل النبات.

10-1-1-2. العوامل التى تؤثر على إمتصاص وإنتقال المبيدات الكيميائية فى النبات:

أ- عوامل متعلقة بالنبات: تختلف عملية إمتصاص وإنتقال المبيد الكيميائى بإختلاف النبات نظراً لإختلافات تركيب الأوراق والجذور والسيقان؛ كما قد تعرقل طبقة الكيوتكل السطحية التى تغطى غشاء الكيوتكل نفاذ المركبات القطبية .

المركبات القطبية: مركبات قابلة للذوبان فى الماء وتتحلل فيه إلى أنيونات وكاتيونات. الجزء القطبى - فى جزىء المبيد - ضرورى لإحداث عملية القتل؛ فى حين - أن الجزء غير القطبى ضرورى لنفاذ المبيد وإنتقاله خلال الحواجز الدهنية. إختراق المركب لهذه الطبقة - بطىء جداً مقارنة بالمبيدات غير القطبية. من ناحية الأخرى - قد يتجمع المبيد غير القطبى - كما فى حالة مبيدات الكلورالعضوية - فى الطبقة الشمعية السطحية ولايتحرك منها إلى الطبقات الداخلية إلا ببطء شديد. المركب المحتوى على مجاميع قطبية وأخرى غير قطبية - سريع الحركة فى أنسجة النبات؛ نظراً - لقدرته على إختراق الحواجز المائية والدهنية. من ناحية أخرى - تعتبر قابلية المبيد على الذوبان فى الماء من متطلبات عملية إنتقاله فى النبات؛ لذا - نجد أن معظم المبيدات الجهازية ذات درجة ذوبان عالية نسبيا مقارنة بالمبيدات الأخرى. يتأثر معدل إنتقال المبيدات الكيميائية بإختلاف عمر النبات؛ نظراً - لإختلافات الصفات التركيبية والفسيولوجية للمراحل العمرية المختلفة.

ب - عوامل متعلقة بالمبيد الكيميائى: تعتمد عملية إمتصاص وإنتقال المبيد فى أنسجة النبات على الخواص الكيميائية والفيزيائية للمبيد، حيث تلعب قطبية المركب

دوراً أساسياً فى الحركة داخل النبات. فى حالة المبيدات غير القطبية – القابلة للذوبان فى الدهون – حركتها قاصرة على أوعية اللحاء – أثناء إنتقالها من الأوراق إلى بقية أجزاء النبات – تتركز فى مواقع التصنيع الغذائى؛ لذا – تُستخدَم رشا فوق النموات الخضرية؛ أما – المبيدات القطبية – القابلة للذوبان فى الماء – فهى غير قادرة على دخول أوعية اللحاء وتبقى في مناطق بين الخلايا – أفضل وسيلة لإستخدامها – عن طريق معاملة التربة أو البذور؛ حيث يدخل المبيد عن طريق المجموع الجذرى وينتقل بسرعة إلى الأجزاء الخضرية الحديثة؛ فى حين – تتميز المبيدات الجهازية ذات درجة القطبية المتوسطة بقدرتها على الحركة الحرة عبر خلايا النسيج الوسطى للورقة حيث يمكنها التنقل بين أوعية اللحاء والخشب، مما يمكنها من الإنتقال فى جميع أجزاء النبات. تحتوى هذه المبيدات على مجاميع قطبية وأخرى غير قطبية تؤدى إلى توافر معامل توزيع مناسب بين الماء والمواد الدهنية يمكّنها من إختراق هذه الحواجز بكفاءة عالية.

جـ – عوامل متعلقة بالبيئة: تؤثر كل من درجة حرارة وكمية الأوكسجين والضوء على العمليات الحيوية فى النبات. تتأثر – نتيجة لذلك – عملية إمتصاص وإنتقال المبيد الكيميائى. يزداد إمتصاص المبيد من الجذور ونقله إلى الأجزاء الخضرية بزيادة معدل عملية النتح – خاصة فى حالة المبيدات القطبية – التى تنتقل خلال الأوعية الخشبية، كما تؤثر درجة الحموضة (pH)على نفاذ وإنتقال المبيدات الكيميائية خلال النموات الخضرية حيث يزداد إمتصاص المبيدات الحامضية كلما إنخفضت قيمة pHـ لأن ذلك – يساعد على جعل الجزيئات فى أقل معدل للنشاط القطبى ويهيئ لها فرَصة النفاذ – عكس المبيدات القاعدية. تساعد المواد الناشرة ذات النشاط السطحى – سواء كانت أيونية أو كايتونية – على نفاذ جزيئات المبيد من خلال الأوراق بتأثيرها على pHفى البيئة. يؤثر – أيضاً – وجود بعض الكاتيونات مثل كاتيون البوتاسيوم على إمتصاص وإنتقال المبيدات. وجد عدد من الباحثين أن هناك علاقة وثيقة بين إمتصاص وإنتقال المبيدات الكيميائية فى النباتات وتوافر العناصر الغذائية الكبرى والصغرى فى الوسط الذى ينمو فيه النبات.

10-1-1-3. مـزايا إستـخدام المبيدات الجـهازية: يمكن إيجاز أهـم فوائـد إستخدام المبيدات الجهازية بالنقاط التالية:

- تستخدم كمية قليلة من المبيد الجهازى مقارنـة بالمبيـدات غيـر الجهازيـة؛ لأن تغطية النبات بصورة كاملة غير ضرورى بسبب إنتقال المبيد إلى جميـع أجزاء أنسجة النبات.
- عملية المكافحة بإستخدام المبيدات الجهازيـة إقتصـادية – خاصـة – عنـد إستخدام المبيد مع ماء الرى أو معاملة البذور. فى حالة إستخدام المبيد رشـا على الأجزاء الخضرية يكون عدد المعاملات قليلاً، لإنتقال المبيد إلى النمـوات الحديثة وحمايتها من الإصابة بلآفة.
- تأثير المبيدات الجهازية على الأعداء الطبيعية قليل نسبياً – خاصة – فى حالة إستخدم المبيدات مع ماء الرى أو فى معاملة البذور – حيث توجـد المـادة السامة فى عصارة النبات فلايؤثر إلا على الحشرات الثاقبة الماصة للنبات ولا تتعرض لها الأعداء الطبيعية.

10-1-1-4. عيوب إستخدام المبيدات الجهازية: أهم عيوب إستخدام المبيـدات الجهازية يمكن إيجازها فيما يلى:

- تلوث المبيدات الجهازية – خاصة التى تتحول داخل النبات إلى مركبـات أكثـر سمية – الغذاء عن طريق إنتقال كميات منها إلى الثمار أو الأجزاء التى تؤكل من المحاصيل؛ لذا – لا يمكن إستخدامها قرب نضج المحصول.
- أسعارها – غالباً – مرتفعة مقارنة بالمبيدات غير الجهازية.
- لمعظم المبيدات الجهازية المتداولة قابلية للإنتقال إلى أعلى فى حين لا تنتقـل من المناطق المعاملة فى الأوراق إلى السيقان أو الجـذور؛ لـذا – لايمكـن إستخدامها لمكافحة أفات السيقان والجذور.
- يقتصر تأثير المبيدات الجهازية على الحشرات الماصة لعصارة النبات وتأثيرها محدود على الحشرات القارضة – إضافة إلى – بطىء تأثيرها بشكل عام.

10-1-1-5. طرق دراسة النشاط الجهازى للمبيد الكيميائى: يقدّر النشاط الجهازى للمبيد الكيميائى – كما ونوعا – بعدة طرق حسب الهدف المحدد للدراسة والإمكانيات المتوفرة:

أ – طريقة الإختبار الحيوى Bioassay: يقاس النشاط الجهازى للمبيد عن طريق معاملة جزء من النبات – خاصة الأوراق – بعد مضى فترة لا تتعدى 24 ساعة حيث ينفذ وينتقل إلى أجزاء النبات؛ يزال بعدها الورق أو الجزء المعامل ويوضع على النبات آفة حساسة لفعل المبيد. تقدر نسبة القتل فى مناطق فوق وتحت المعاملة. يمكن – أيضاً – أخذ أوراق – من مناطق بعيدة عن أوراق المنطقة المعاملة – وتوضع عليها الآفة للتغذية وتسجل نسبة الوفيات. يمكن – بهذه الطريقة – معرفة فيما إذا كان للمبيد نشاط جهازى عن طريق إنتقاله إلى الأوراق غير المعاملة وتاثيرة على الآفة أم لا ؟

ب – دراسة أعرض التسمم التى تظهر على النبات Phytotoxicity: يمكن دراسة النشاط الجهازى للمبيد – خاصة مبيدات الحشائش – عن طريق متابعة أعراض التسمم التى تظهر على النباتات – حيث تدل أعراض التسمم كإصفرار أو إحتراق الأوراق البعيدة عن مناطق المعاملة على تحرك المبيد جهازيا.

جـ – طريقة تحليل مستخلص النبات: تقدّر الكميات التى أُمتصَت وإنتقلت من المبيد الكيميائى فى أجزاء النبات المختلفة؛ حيث – يعامل جزء من النبات بالمبيد الكيميائى. يُأخذ – النبات المعامل – بعد فترة تتراوح بين 12- 24 ساعة ويُغسل السطح الخارجى له أو الجزء المعامل ثم تستخلص المادة السامة ونواتج تمثيلها بمذيب عضوى ملائم من الأجزاء المختلفة. تقدر الكمية المستخلصة بإستخدام طرق التقييم الحيوى. يمكن – أيضاً – إستخدام طرق الفصل الكروماتوجرافى فى حالة توافر الأجهزة اللازمة.

د – طريقة إستخدام المبيدات المعلمة بالعناصر المشعة: تسمى هذه الطريقة Autoradiography. يمكن عن طريقها متابعة تحرك المبيد الكيميائى فى النباتات

بإستخدام المبيد المعلم بالكربون 14 أو الفسفور 32 أو غيرها من العناصر المشعة - بعد فترة محددة من معاملة جزء محدد من النبات. يُثبَّت النبات المعامل على صفيحة ورقية سميكة ويوضع فوقه فيلم أشعة X. يترك فى غرفة مظلمة لمدة تتراوح بين 12 ساعة وسبع أيام – تتوقف على تركيز المادة المشعة. يحمض الفيلم بعد إنتهاء الفترة المحددة فيظهر معدل ومدى إنتقال المبيد الكيميائى من منطقة المعاملة إلى المناطق الأخرى فى النبات بوضوح. تقدر – أيضاً – الكميات الممتصة أو المنتقلة من المبيد الكيميائى بشكل دقيق عن طريق إستخلاص المادة السامة المعلمة بمذيب عضوى وحرق العينة فى دوارق حرق زجاجية خاصة Combustion flasksوتقاس كمية الكربون 14 الكلية فى جهاز قياس الإشعاع Liquid scintillation.

10-2. إستخدام الطعوم السامة Toxic baits

مستحضرات خاصة لقتل بعض أنواع الحشرات – مثل – ذبابة الفاكهة والجراد والحفار والدودة القارضة وبعض الآفات الحيوانية – مثل – القوارض والحيوانات الضارة. تُسوَّق مستحضرات الطعوم جاهزة – ويمكن تجهيزها فى مكان إستخدامها. لاتسبب أى ضرر بيئى – بالرغم – من إستخدام مواد عالية السمية فى تركيب بعض أنواع هذه الطعوم. تتكون مستحضرات الطعوم من مادة سامة مخلوطة جيداً مع مادة حاملة. قد تكون (مادة الأساس) – عبارة عن مادة غذائية جاذبة للآفة مثل الحبوب المستخدمة فى تجهيز طعوم القوارض، أو قد تضاف مواد جاذبة متخصصة لآفات معينة مثل مادة دبس القصب أو اليانسون أو خميرة البيرة. لضمان نجاح المكافحة بهذه الطريقة – يجب دراسة الآفات المراد مكافحتها جيداً لتحديد الطريقة التى يمكن بواسطتها وضع الطعوم فى الأماكن المناسبة، بحيث تسهل لهذه الآفات – الوصول إليها – والتغذية عليها.

10 – 2 – 1 – صور طعوم القوارض:

أ– طعوم جافة: مساحيق مركزة – تُمزَج مع المواد الغذائية بنسب معينة أو تباع بشكل طعوم جاهزة للإستخدام على هيئة مكعبات أو قوالب شمعية. تُستَخدَم فى المجارى أو الأماكن الرطبة.

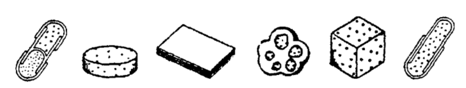
ب– طعوم رطبة: قد تكون سائلة تضاف إلى الماء مثل الوارفارين السائل أو معاجين جاهزة للإستخدام المباشر. يحتاج الهكتار الواحد من 1 - 3 كجم /هكتار طعم – فى حالة إنخفاض معدل القوارض؛ أما عند اشتداد الإصابة يتضاعف الرقم إلى عدة مرات فى الهكتار الواحد.

على سبيل المثال – يمكن وضع الطعوم بجوار النباتات المصابة بالحفارات والديدان القارضة أو يمكن وضعها كحاجز يعترض طريق الحشرات المهاجرة مثل الجراد. توضع مبيدات القوارض حول جذوع الأشجار فى البساتين أو فى خط سير هذه القوارض فى المخازن والبنايات؛ كما يمكن – وضع الطعوم – المضاف إليها مواد جاذبة – فى مصائد، مثل مصائد ذبابة الفاكهة. من مستحضرات الطعوم الحديثة مستحضر ®Contrac. يتكون من المادة الفعالة Bromadiolone مع مادة Bitrex – الأخيرة – عديمة الطعم بالنسبة للقوارض لكنها ذات مذاق كريه وشديد المرارة بالنسبة للإنسان؛ تعمل بالتالى – على حمايته من عملية التناول الخاطىء لهذه المادة السامة. من الطعوم الحديثة – أيضاً – مستحضر ®Slam. يحضر على شكل كبسولات من مادة Cucurbitacin الجاذبة للطور الكامل لديدان جذور الذرة وخنافس القرعيات – خاصة – المتواجدة على محاصيل الخضر. تحتوى هذه الكبسـولات على مـادة Carbaryl بنسبة 8 %.

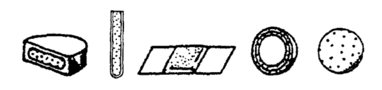
10-3. إستخدام المستحضرات ذات الإنفراد البطىء Slow-release formulations

مستحضرات حديثة نسبياً. تسمح بالتحكم فى معدل إنفراد المادة السامة بما يحقق درجة الفعالية المطلوبة. المبيدات ذات درجة الثبات العالى – مفضلة من ناحية الفاعلية البيولوجية – لثبات متبقياتها لفترات زمنية طويلة. تتدهور المبيدات غير

الثابتة سريعاً - يترتب عليه - إستهلاك كميات كبيرة منها لضمان إستمرار فاعليتها؛ يُحدث ذلك - مشاكل عديدة للبيئة والكائنات غير المستهدفة؛ لذا - يؤدى إستخدام مستحضرات المبيدات ذات الإنفراد البطيء إلى مكافحة الآفات بدون آثار جانبية حادة. تتواجد مستحضراتها فى أشكال عديدة (شكل 10 - 1).



كبسولات أقراص فيلم تجمعات مكعبات



قشور شعرى شريط لاصق تغليف متعدد كريات

شكل (10 - 1) : أشكال تجهيزات المبيدات ذات الإنفراد البطيء.

10-3-1. أهم مميزت مستحضرات الإنفراد البطيء:

- إنخفاض السمية على الثدييات.
- إنخفاض التأثيرات السامة على النباتات.
- إطالة زمن فاعلية المبيدات عن طريق التحكم فى إنفراد المواد الفعالة.
- إنخفاض الفقد الناتج عن البخر والإشتعال.
- حماية المبيدات من الإنهيار البيئى.
- خفض معدل التسرب فى التربة والمنتجات الزراعية.
- خفض معدل التلوث البيئى بالمبيدات.
- إقتصادية - نظراً - لإستهلاكها كميات قليلة من المواد الفعالة.
- سهلة التداول والإستخدام.
- لاينتج عنها روائح غير مرغوب فيها.

10-3-2. عيوب مستحضرات الإنسياب البطيء:

- إرتفاع تكاليف إنتاجها مقارنة – بالمستحضرات الأخرى.
- غموض مصير مواد البوليمرات المستخدمة فى تجهيزها.
- التأثيرات البيئية الناتجة عن تعرض البوليمرات المكونة لها لأشعة الشمس والحرارة العالية.
- عدم توافر بدائل كافية مسجلة من هذه المستحضرات.

10-3-3. أنواع مستحضرات الإنسياب البطيء طبقاً لميكانيكية إنسياب المادة الفعالة

10-3-3-1. إنسياب المادة الفعالة لبعض المبيدات من بعض أنواع البوليمرات Polymers المشابهة لها فى الخواص: هناك بعض أنواع المبيدات – تذوب فى المطاط الطبيعى وبعض اللدائن الأخرى. تنساب جزيئات المبيدات – المتواجدة على سطح البوليمر القابلة للذوبان فى الماء أو ذات الجزيئات المتطايرة – بسهولة من البوليمر؛ يترتب على ذلك – هجرة وتدفق جزيئات المبيدات الذائبة فى الجزء الداخلى إلى السطح، فيستمر إنسياب المادة الفعالة إلى الوسط المحيط. من أمثلتها – مستحضر مبيد الفطريات المستخدم لدهان قاع السفن (يحتوى على مادة Bis(tri-n-butyltin)oxid التى تذوب فى النيوبرين بتركيز يتراوح بين 2 – 5 %).

10-3-3-2. إنسياب المادة الفعالة عن طريق غسلها بالماء من التجهيزة: يمكن دمج المواد غير القابلة للذوبان فى البوليمرات معها بواسطة بعض الطرق الخاصة. عند تعرض هذه المستحضرات للماء – تنساب جزيئات المبيدات الموجودة بالقرب من السطح ببطء إلى الوسط المحيط بها. عند نفاذ جزيئات المبيدات من على السطح – يتكون نسيج مسامى على سطح البوليمر – نتيجة خروج جزيئات المبيدات – يسمح بإندفاع الماء من خلال الثقوب بإذابة جزيئات المبيدات الداخلية وخروجها إلى الوسط المحيط. يختلف معدل الإنسياب – حتى نفاذ المادة الفعالة – طبقاً لسمك ونوع التركيب المسامى وبعض العوامل الأخرى المحيطة – مثل – درجة ذوبان

المادة الفعالة فى الماء. من أمثلة البوليمرت المستخدمة فى هذا النوع – مادة إليجينيت – لها القدرة على إمتصاص الماء وتكوين طبقة من الجيل المنتفخ التى يمكن أن ينساب المبيد من داخلها.

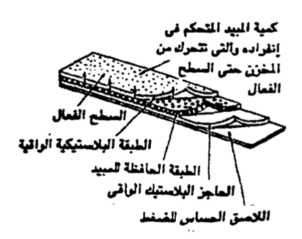
10-3-3-3. إنسياب المادة الفعالة من البوليمرات بواسطة مادة حاملة: تُستَخدَم فى حالة المواد الفعالة غير القابلة للذوبان فى البوليمرات – مادة حاملة – لها القدرة على الذوبان فى البوليمر. للمادة الفعالة – أيضاً – القدرة على الذوبان أو الإنتشار فى المادة الحاملة. فى حالة إنتشار ونفاذ المادة الحاملة تحت ضغط المحلول أو نتيجة لإنحدار التركيز نحو السطح الخارجى للبوليمر فإنها تحمل معها المادة السامة، التى تنتشر فى الوسط المحيط سواء بعملية التطاير أو بطرق أخرى. من أمثلة هذا النوع تحضير مبيد الحشائش **2,4-D** على مادة **Di(2-ethyl hexyl)phthalate** – كمادة حاملة – فى بوليمر **PVC**.

10-3-3-4. إنسياب المادة الفعالة عن طريق تفتت البوليمرات: تتفتت – بعض أنواع البوليمرات – نتيجة لبعض الظروف البيئية وتبعاً لبعض الخواص الطبيعية والكيميائية. يستخدم هذه النوعية من البوليمرات فى تجهيز بعض المستحضرات عن طريق دمج المادة الفعالة – بالذوبان أو عدم الذوبان – مع البوليمر. ينساب المبيد – عند تفتت البوليمر. قد لايكون الإنسياب مستمراً وبمعدلات ثابتة. من أمثلة هذه النوعية من المستحضرات تحضير مبيد الحشائش **2,4-D** فى بوليمر عديد حامض اللاكتيك المجهز فى صورة كريات صغيرة.

10-3-3-5. إنسياب عن طريق الميكروكبسولات: تكون المادة الفعالة داخل جدار الكبسولة المنفذ أو شبه المنفذ. فى بعض الأحيان – يهدم جدار الكبسولة بواسطة بعض الطرق الطبيعية أو الكيميائية أو الحيوية. يتوقف الإنسياب – أيضاً – على عدة عوامل منها تركيز ونوعية المادة الفعالة، حجم الكبسولة، سمك جدار الكبسولة ونوع ودرجة الربط المتوازن. من أمثلة المركبات المحضرة بهذه الطريقة مبيد **Sumithion** بإستخدام بوليمر بولى يوريثان. مستحضرات **Lasso®**،

Micro-Tech® و Partner® - على شكل كبسولات كروية دقيقة تحتوى على مبيد الحشائش Alachlor بتركيز عالى. يتراوح قطر الكبسولات بين 15 - 50 ميكروميتر، تسمح بالإنفراد البطىء للمبيد بمعدل فعال لمدة طويلة تصل إلى أكثر من 2 - 4 أضعاف مدة بقاء مستحضرات نفس المبيد التى على شكل مركزات قابلة للإستحلاب.

10-3-3-6. التحكم فى إنسياب المواد المتطايرة: تؤدى المواد الفعالة عالية التطاير - خاصة - التى تستخدم كمواد جاذبة أو طاردة يمكن دمجها فى البوليمر عن طريق مذيبات مناسبة لذوبان البوليمر وترسيبه على هيئة فيلم يؤدى إلى التحكم فى معدل إنسياب المادة الفعالة وإطالة عمرها. من أمثلة هذه النوعية من المستحضرات - مستحضر شرائح Hercon® تكون فيهـا المادة الفعالة محصـورة بين طبقات البوليمر كسندويتش (شكل 10 - 2).



شكل (10 ـ 2) طبقات ساندوتش شرائح الهيركون

10-3-3-7. إنسياب عن طريق مستحضرات الطلاء: من أهم المستحضرات التى تستخدم على شكل طلاء، مستحضر Killmaster II® - يحضر بإذابة مبيد الحشرات Chlorpyrifos فى مذيب بترولى متطاير يحتوى على مادة بلاستيكية ذائبة بكميات صغيرة. عند معاملة المستحضر عن طريق طلاء مناطق محددة (بقع) فى

كل من المنازل أو المطاعم أو المؤسسات التى تتعامل فى المواد الغذائية - يتطاير المذيب بسرعة ويتبقى المبيد مكوناً طبقة رقيقة ينطلق منها - بمرور الوقت - بمعدل ثابت يتيح تواجد متبقى فعال يقضى على الحشرات الزاحفة.

10-3-3-8. إنسياب من خلال طعوم يتم بلعها Ingestible baits: تُحضَّر بدمج كل من المادة السامة والمادة الجاذبة - للآفة المطلوب مكافحتها - فى قوالب أو كبسولات من البوليمر. من أمثلتها - تحضر كبسولات تحتوى على مبيد Permethrin لمكافحة النمل الأبيض التحت أرضى. أثبت الفحص المجهرى وجود كبسولات مستحضر المبيد فى مختلف أجزاء الجهاز الهضمى لحشرات النمل الأرضى حيث ينساب منها المبيد بمعدل بطىء ويؤدى فعله السام.

10-3-3-9. إنسياب من خلال طعوم تؤدى فعلها بالملامسة Contact baits: بدمج المادة السامة والمادة الجاذبة - للآفة الطلوب مكافحتها - فى مكعبات أو كبسولات من البوليمر. يراعى فى هذه المستحضرات - إنسياب المادة الجاذبة ببطىء؛ فى حين - يبقى المادة السامة فى الكبسولة - لتؤدى فعلها عند تلامسها مع الآفة. من أهم أمثلتها تحضيرمعلق من جراثيم فطر *Metarhizium flavovirde* داخل كبسولات من النشا لمكافحة الجراد والنطاطات. تضاف بعض الزيوت النباتية والسكروز كمواد جاذبة.

10-3-3-10. إنسياب من خلال أشرطة لاصقة: تستخدم - أيضـا - مبيـدات الحشرات التى على شكل أشرطة لاصقة كمبيدات بالملامسة للحشرات الزاحفة؛ حيث يوضع المبيد على شكل طبقات متعددة على شرائط من مواد بوليميرية. ينزع غلافها الواقى عند الإستخدام. تثبت أسفل المناضد والأرفف وأى أماكن أخرى يراد حمايتها. تعتبر كل من الأشرطة اللاصـقة ومـواد الطـلاء ذات الإنفـراد البطـىء - مـن المستحضرات المفيدة لقاطنى المنازل.

الفصل الحادى عشر
11 - محفزات تحطيم الملوثات الكيميائية والمبيدات

11-1. مقدمة

نتيجة الإستخدام واسع المدى - تتركز متبقيات المبيدات - بمختلف أنواعها - فى أوجه البيئة المختلفة. تتراكم فى المسطحات المائية والمياه الأرضية بتركيزات عالية تؤدى إلى حدوث أضرار جسيمة لمختلف أشكال الحياة. تتواجد - أيضاً - الهورمونات طبيعياً فى أجسام الكائنات الحية الحيوانية والنباتية لآداء العديد من الوظائف الحيوية الهامة. تخرج بقاياها مع المخلفات أو تتحلل داخل أجسام الكائنات الحية. من أهم هذه الهرمونات - فى الحيوانات والإنسان بطبيعة الحال - هورمون الإستروجين Estrogene. تم تحضير العديد من مشابهات هذه الهرمونات صناعياً Mimic estrogens - مثل - مركب Diethylstilbestrol - كعقار لآداء وظائف تناسلية معينة - مثل منع الحمل فى السيدات. تعتبر هذه المركبات ضمن مركبات الأدوية ومنتجات العناية الشخصية Pharmaceutical and Personal Care Product(PPCP). يشابه التركيب الكيميائى لمركب Diethylstilbestrol - التركيب الكيميائى لمبيد الحشرات الشهير DDT، الذى ثبت أنه له تأثيرات مشابهة لهورمون Estrogene (راجع فصل 8 الجزء الأول).

DDT: Cl–C₆H₄–C(H)(CCl₃)–C₆H₄–Cl

DES: HO–C₆H₄–C(C_2H_5)=C(C_2H_5)–C₆H₄–OH

عندما تجد هذه المركبات طريقها إلى البيئة فإنها تتواجد كملوثات للمياه السطحية والجوفية ومحطات معالجة المياه ومحطات معالجة مياه الصرف، تعود - فى النهاية - إلى إمدادات مياه الشرب. بالرغم من تواجد هذه المركبات فى الكائنات الحية

بتركيزات منخفضة جداً، إلا أن إدخالها إلى البيئة يدعو للقلق. ثبت فى الولايات المتحدة الأمريكية - أن الأبقار والخنازير تُفرز فى البيئة يومياً حوالى 50 كيلوجرام من هرمونات الإستروجينات الطبيعية وحوالى 20 كيلوجرام من المشابهات الصناعية. أحدث ذلك - إضطرابات هرمونية متنوعة - نتج عنها العديد من أنواع السرطان - خاصة - سرطان الثدى وتشوهات الأعضاء التناسلية والحيوانات المنوية، وغيرها من الأخطار فى الحيوانات.

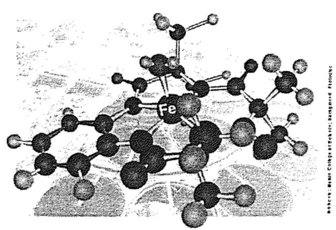
أجريت محاولات عديدة لمحاولة التخلص من هذه المتبقيات إلى أقصى حد ؛ بحيث لايؤدى - ماتبقى - إلى حدوث أضرار بيئية جسيمة . فيما يلى دراسة لإلقاء الضوء على أهم المركبات والنُظُم التى تم إتباعها لتحقيق هذا الغرض .

11-2. المركب الحفاز Fe-TAML

إكتُشف المركب الحفاز Fe-TAML(Tetra-Amino Macrocyclic ligand) فى معهد كيمياء الأكسدة الخضراء Green oxidation chemistry. عبارة عن ذرة حديد محاطة بأربعة ذرات نيتروجين - تحاط بدورها - بذرات من الكربون مع تعلق بعض جزيئات الماء بذرة الحديد المركزية. قد يحل مركب فوق أكسيد الأيـدروجين H_2O_2 محل المياه - مما يؤدى إلى تنشيط عملية الأكسدة وزيادة فاعلية المركب فى تحطيم المواد الملوثة. يذاب المركب الحفاز Fe-TAML - أولاً - فى الماء ثم يضاف إلـى أى مادة كيميائية مطلوب تحطيمها. يحدث التفاعل على درجة حرارة الغرفة وحتـى أقل من 90 °م.

يُسرِّع إضافة فوق أكسيد الأيدروجين H_2O_2 إلى المركب الحفاز من تحطم العديد من المواد الملوثة - مثل - المركبات الإستروجينية وجراثيم بكتيريا الجمرة الخبيثة Anthrax ؛ كما - يُسرِّع من تحطم العديد من مبيدات الآفـات العضوية - مثل - مبيد 2,4,6-trichlorophenol (من مجموعة مركبات الكلور العضوية) ومبيد Fenitrothion (من مجموعة مبيدات الفوسفور العضوية). ثبت - أيضاً - فاعلية

هذا العامل الحفاز فى إزالة الأصباغ Dyes من مياه الصرف الناتجة من صناعات النسيج وعجينة لُب الورق. كما يمكن إستخدامها كتقنية لإزالة المواد الكبريتية من زيوت البترول المستخدمة فى وقود السيارات.



مركب Fe-TAML (tetra-Amino Macrocyclic)

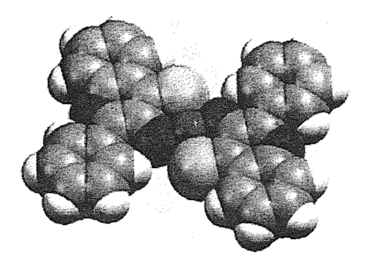
الجدير بالذكر – أن كل من المركب الحفاز Fe-TAML ومركب فوق أكسيد الأيدروجين، مركبات غير سامة للأحياء المائية – لاينتج عنهما أى مركبات سامة. يجب – بالرغم من ذلك – الحذر عند إستخدامهما فى تحطيم بعض مبيدات الآفات – مثل مركبات Chlorophenol وبعض مركبات ثنائى الفينول وبعض الصبغات العضوية ؛ إذ قد يتكوّن نواتج غير مرغوب فيها بيئياً.

3-11. إستخدام مخاليط من H_2O_2 مع نُظُم خلط أخرى

تم – أيضاً – إختبار العديد من معاملات الأكسدة المتقدمة بواسطة مخاليط من فوق أكسيد الأيدروجين H_2O_2 والأشعة فوق البنفسجية أو بإضافة أى من أيونات الحديد أو عنصر الأوزون O_3 أو الهواء الجوى للمخلوط – على معدل تحطم العديد من المبيدات التابعة لمجموعة مبيدات الفوسفور العضوية، الكرباماات، الكلور العضوية أو اليوريا الإستبدالية فى مياه الصرف الصحى الصناعى. ثبت أن معدل التحطم الضوئى يتوقف على كمية H_2O_2 فى المخلوط، فى حين – أدت إضافة عنصر الأوزون إلى عدم تكوين مشتقات عنصر البروم.

4-11. إستخدام مركب Hydroxyflavoththions

إكتُشفَ – حديثاً – خواص معقد 3-hydroxyflavothiones القادر على تحطيم العديد من مبيدات الآفات ضوئياً.



مركب Hydroxyflavoththions.

الباب الخامس
الزراعة العضوية ومكافحة الآفات

الفصل الثانى عشر: الزراعة العضوية

الفصل الثالث عشر: الزراعة العضوية ومشاكل الآفات

الفصل الرابع عشر: المكافحة البيئية للآفات والأمراض

الفصل الخامس عشر: طرق مكافحة بعض الآفات الهامة

الفصل السادس عشر: المكافحة البيئية للحشائش

الفصل السابع عشر: تكنولوجيا المبيدات الحيوية

الفصل الثانى عشر

12- الـزراعـة العضــوية

Organic farming

12-1. مقدمة

إتجهت الأنظار – فى منتصف الثمانينات من القرن الماضى – نحو العـودة إلـى أساليب الزراعة النظيفة نتيجة تراكم الأضرار الناجمـة عـن الأسـمدة الكيميائيـة والمبيدات السامة وتأثيرها على البيئة والصحة العامة. الزراعة النظيفة نظام إنتاجى إقتصادى إجتماعى بيئى متكامل يطابق الأسس التى إتبعها الإنسان فى الزراعة علـى مر التاريخ مما ترتب عليه صفة التواصل أو الإستدامة. لذا – تتجنب هذه الأسـاليب إستخدام المواد الكيميائية – خاصة – الأسمدة والمبيدات الكيميائيـة فـى منظومـة الإنتاج الزراعى.

الزراعة العضوية جزء لايتجزأ من أساليب الزراعة النظيفة، فهى نظـام إنتـاج زراعى يهدف إلى المحافظة على وتعزيز صحة النُظُم البيئية والكائنات الحية إبتـداءاً من أصغر كائن فى التربة وحتى الإنسان. لايستخدم فى نظـام الزراعـة العضـوية المواد الصناعية – مثل – الأسمدة والمبيـدات الكيميائيـة والهرمونـات النباتيـة والحيوانية وإضافات أعلاف الماشية والدواجن والعقاقير البيطرية والبذور والسلالات المُعدلة وراثياً؛ حيث يعتمد المزارعون – قدر الإمكان – على دورة تعاقب المحاصيل والسماد الأخضر من مخلفات محاصيل المزرعة والسماد الحيوانى وطرق المكافحـة الزراعية والميكانيكية والبيولوجية للآفات. يبدأ نجاح نظام الزراعة العضـوية مـن التربة، لأن التربة الصحية تُنتج نباتات صحية – الذى ينعكس بدوره – على الثـروة الحيوانية وعلى صحة البشر؛ لذا – يجب النظر للتربة على أنها بيئة حية تتم فيهـا عمليات – تعتمد عليها أشكال الحياة الأخرى.

تجدر الإشارة – إلى أن عدم إستخدام الكيميائيات ليس مطلقاً؛ بل يعنـى تحاشـى الإستخدام المباشر والروتينى للكيميائيات، حيث تستخدم هذه النوعية من الكيميائيات

عند الضرورة القصوى وبأقل معدلات الإستخدام لتلافى حدوث أى خلل فى البيئة. يقيم نظام الزراعة العضوية على أساس تأثير هذا النظام على الإنتاجية وعلى مدى سلامة المنتج الغذائى – ومدى التأثير على البيئة. من المعروف أن الإنتاجية الزراعية – فى الزراعات العضوية – تنخفض بمعدل حوالى 25 % – مقارنة بالزراعة التقليدية التى تعتمد على المخصبات الصناعية والمبيدات الكيميائية الصناعية. فيما يتعلق بجودة المنتَج الغذائى – يتميز مُنتَج الزراعة العضوية بالخلو من المبيدات الكيميائية والنترات؛ كما أنه غنى بالبروتينات والفيتامينات والسكريات وعناصر الحديد والبوتاسيوم والكالسيوم والفوسفور.

12-2. تاريخ الزراعة العضوية

بدأ ظهور نظام الزراعة العضوية فى الثلاثينات والأربعينات من القرن التاسع عشر – كرد فعل على تزايد الإعتماد على الأسمدة الصناعية والمبيدات الصناعية. حققت المنتجات الزراعية العضوية إنتشاراً متنامياً ملحوظاً فى السنوات الأخيرة فى كثير من دول العالم. أصبح إقبال المستهلكين على المنتجات العضوية يفوق بكثير ما كان متوقعاً – ليس فقط – فى الدول المتقدمة بل في جميع أنحاء العالم. أصبح المنتج العضوى عنصراً هاماً في التنافس الإستراتيجى لتجار المنتجات الزراعية فى كثير من دول العالم. توضح الإحصائيات الزيادة المطردة فى المساحات المزروعة بالنظام العضوى بالعالم منذ عام 2002 م وحتى عام 2006 م؛ حيث تضاعفت المساحة فى قارة أفريقيا 6 أضعاف وفى قارة آسيا 5.83 أضعاف وفى قارة أمريكا الجنوبية 1.36 ضعف وفى القارة الأوروبية 1.27 ضعف. يعكس التزايد المستمر فى القيمة الإقتصادية للمنتجات العضوية فى العالم – مقدار ما تناله هذه النظم من إهتمام المستهلكين حيث تقدر القيمة المتوقعة للمنتجات العضوية فى عام 2010 م بحوالى 94.2 مليار دولار.

بالرغم من النمو السريع للزراعة العضوية فى غالبية دول العالم – خاصة الدول المتقدمة – إلا أن نموها فى الدول العربية مازال محدوداً. هناك عددا من الدول

العربية عرفت الزراعة العضوية أهمها مصر، تونس، المغرب، المملكة العربية السعودية، لبنان وغيرها. بدأت الزراعة العضوية فى مصر عام 1977 بإنشاء مزرعة عضوية على مساحة 20 هكتار بشركة سيكم – تمت زيادتها بعد ذلك إلى 63 هكتار. تتخطى – حالياً – المزارع العضوية المصرية مساحة 100 ألف هكتار. من أهم المحاصيل العضوية التى تُنتَج فى مصر – البطاطس والقطن إضافة إلى بعض الخضروات (البصل، الفاصوليا) والعديد من الأعشاب والنباتات الطبية. تصدر مصر المنتجات العضوية إلى ألمانيا، فرنسا، إنجلترا، بلغاريا والولايات المتحدة. يأخذ التصدير إلى دول أوروبا الأولوية – نظراً – لإنخفاض تكاليف النقل وسماح بعض الدول الأوربية بدخول المنتجات العضوية المصرية دون حصص.

12-3. الزراعة العضوية والزراعة التقليدية

12-3-1. مشكلات المياه السطحية والجوفية

تُعَامَل التربة الزراعية – فى الزراعة التقليدية – بمعدلات من الأسمدة والمبيدات الكيميائية أعلى من الإحتياجات الفعلية؛ لذا – تتسرب الكميات الزائدة من هذه المواد الكيميائية – عادة – إلى المياه الجوفية، وتصل من خلال مياه الصرف إلى المياه السطحية مما يؤدى إلى تلوث المياه وإختلال التوازن البيولوجى بها وبالتالى تدهور نوعيتها.

يؤدى تلوث مصادر المياه السطحية والجوفية – نتيجة زيادة تركيز الأسمدة والمبيدات – إلى تدهور نوعية مصادر مياه الشرب. يتطلب – ذلك – أساليب معقدة للمعالجة ذات تكاليف باهظة – خاصة – فى ظل وجود تركيزات عالية من المبيدات التى تسبب مخاطر صحية مرتفعة خاصة فى البلدان النامية التى لا يوجد بها محطات عالية الكفاءة لمعالجة المياه تعمل بتكنولوجيات متقدمة؛ تشجيع التحول إلى الزراعة العضوية فى مناطق تلوث مصادر المياه – أحد الحلول الفعالة لتقليل الإستثمارات المطلوبة لمعالجة مياه الشرب. يتطلب التحول إلى الزراعة العضوية إستبدال المواد الكيميائية (التى تسبب مخاطر تلوث المياه) بمواد ذات أصل حيوى

مما يقلل التلوث ويوفر التنوع البيولوجى (من خلال الكائنات النافعة والغطاء النباتى الدائم) فيعزز من قوام التربة ويقلل من تسرب المياه مما يعنى تحسين إجراءات إدارة المياه وخفض مخاطر تلوثها.

12-3-2. إستهلاك الطاقة

يندرج إستهلاك الطاقة فى الزراعة تحت : إستهلاك مباشر – يرتبط بإستخدام الوقود فى أنشطة الزراعة، وغير المباشر – يرتبط بأنشطة صناعة الأسمدة والمبيدات. يوضح الجدول (12 – 1) بيان متوسط إستهلاك الطاقة لكل هكتار ولكل وحدة مخرجات (طن) للمحاصيل المختلفة، فى كل من الزراعة العضوية والزراعة التقليدية فى بعض الدول الأوربية. توضح الإحصاءات أن الزراعة العضوية تحقق وفراً فى الطاقة يصل لحوالى 60 % – فى بعض الحالات؛ فى حين – يتركز إستهلاك الطاقة غير المباشر، فى إنتاج الأسمدة والمبيدات الكيميائية من أجل إتمام التفاعلات الكيميائية اللازمة – خاصة – تلك التى تتطلب مستويات ضغط وحرارة مرتفعة.

من ناحية أخرى – تحد الزراعة العضوية من إستهلاك الطاقة غير المتجددة عن طريق تقليل إحتياجات الزراعة من المنتجات الكيميائية؛ كما يعتمد إنتاج الأسمدة ومبيدات الحشرات – تماماً – على الأنشطة البيولوجية التى لا تحتاج سوى كميات محدودة من موارد المياه والطاقة، ولا يتولد عنها – بالتالى – إلا بعض أحمال تلوث مهملة – نسبياً.

جدول (12-1): متوسط إستهلاك – منتجات زراعية مختلفة للطاقة المباشرة وغير المباشرة.

المنتج	إستهلاك مباشر (جول/هكتار)			إستهلاك غير مباشر (جول/طن)		
	تقليدى	عضوى	% من التقليدى	تقليدى	عضوى	% من التقليدى
القمح الشتوى	17.3	8.4	52	3.1	2.1	32-
البطاطس	27.3	18.3	33-	0.20	0.22	9
الموالح	43.3	24.9	43-	1.24	0.83	33-
الزيتون	23.8	10.4	56-	23.8	13.0	45-
التفاح	37.35	33.8	9.5-	1.73	2.13	23
اللبن	20.6	11.6	44-	2.75	1.81	34-

المصدر: Stolze et al., 2000

12-3-3. التلوث المتولد عن إنتاج الكيميائيات الزراعية

تتلخص الآثار البيئية المترتبة على إنتاج الأسمدة والمبيدات الكيميائية فيما يلى:

- تسبب مياه الصرف الصناعى – التى يجب التخلص منها – أحمال تلوث مرتفعة، مما يتطلب إستثمارات كبيرة لمعالجة الصرف الصناعى.
- مخلفات المواد الكيميائية الصلبة الناتجة عن عمليات الفلترة الشائعة فى مصانع السماد – أيضاً – من عمليات البلورة والتعبئة.
- غازات منبعثة من أقسام الإنتاج المختلفة – خاصة – فى مناطق الضغط المرتفع ومن أماكن حرق الوقود.
- تداول الكيميائيات الخطرة، حيث تستخدم هذه الصناعات منتجات كيميائية عديدة كمعاملات تحفيز Catalysts and reactive agents.

إستهلاك كميات كبيرة من الوقود والمياه المعالجة والطاقة الكهربائية ذات التكلفة البيئية والاقتصادية المرتفعة .

بصفة عامة – تختلف مشكلات المخلفات الناتجة عن صناعة الأسمدة ومبيدات الحشرات تبعاً لكفاءة عمليات الإنتاج وإستراتيجيات تقليل المخلفات. ترتبط الكمية الضخمة من الطاقة المستهلكة فى إنتاج الأسمدة الكيميائية بأحمال عالية من إنبعاثات غازات الإحتباس الحرارى. بلغت كمية الأسمدة العضوية المستهلكة فى مصر خلال – عامى 1997/1998ـ 1.752.815 طن وفقاً للتقرير الإحصائى السنوى للجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء (1999). مع افتراض – أن المتوسطات المذكورة أعلاه تنطبق على أنواع مختلفة من الأسمدة، مما يعنى إنبعاث حوالى 700.000 طن من ثانى أكسيد الكربون، 1600 طن من أكاسيد النيتروجين، 17 طن من ثانى أكسيد الكبريت و 17 طن من أول أكسيد الكربون. بالرغم من أن هذه الكميات لاتمثل نسبة كبيرة من إجمالى إنبعاثات غازات الإحتباس الحرارى (حوالى 3 % من إنبعاثات توليد الطاقة)، إلا أنها إضافة – إلى مشكلات تلوث الهواء – خاصة – فى المناطق العمرانية. قد يؤدى التوسع فى إنتاج الأسمدة الكيميائية إلى تثبيط فعالية برامج التحكم فى تلوث الهواء.

تساهم الزراعة العضوية فى تخفيف آثار غازات الإحتباس الحرارى من خلال قدرتها على إستيعاب الكربون فى التربة؛ كما تؤدى بعض العمليات المُتَّبعة فى الزراعة العضوية – مثل – تقليل الحرث إلى الحد الأدنى أو إعادة بقايا المحاصيل إلى التربة، وزراعة البقوليات المثبتة للنيتروجين – إلى إعادة الكربون إلى التربة؛ فتزيد الإنتاجية وتوفير الظروف المواتية لتخزين الكربون.

12-3-4. المخاطر على الصحة العامة

من خصائص – أغلب – المبيدات الكيميائية – بصفة عامة – قدرتها العالية – نسبياً – على مقاومة التحلل والقدرة على التأثير على جميع أشكال الحياة البيولوجية بما فى ذلك الأنواع غير المستهدفة؛ لذا – تمثل مبيدات الحشرات خطراً على الصحة العامة حيث يمكنها الوصول إلى الإنسان بطرق مباشرة وغير مباشرة. يُعد رش مبيدات الحشرات على المنتجات الزراعية قبل الحصاد – وهو أمر شائع – سبباً

مباشراً فى دخول جرعات مختلفة منها إلى جسم الإنسان عن طريق الفم. تصل مبيدات الحشرات – أيضاً – إلى الإنسان بطرق غير مباشرة عن طريق الإنتقال إلى النباتات والحيوانات والحياة البحرية من خلال مياه الرى والهواء والتراكم فى السلاسل الغذائية Food chains مما يمثل خطراً داهماً على الصحة العامة.

لمبيدات الحشرات – أيضاً – تأثيرات حادة ومزمنة على الصحة العامة – خاصة – مبيدات الكلور العضوية Chlorinated inscticides ومبدات الفسفور العضوية Organophosphorous insecticides. يسبب النوع الأول سرطان الكبد وتلفه وله آثار على الجهاز العصبى؛ فى حين – يسبب الثانى التسمم العصبى Neurotoxicity والتسمم الجهازى Systematic poisoning.

إضافة إلى ذلك – تشير التقارير إلى وجود نسب عالية – نسبياً – من الكادميوم فى الأسمدة المصنعة من صخور الفوسفات والتى تزيد من خطر تراكم الكادميوم فى السلسلة الغذائية. الجدير بالذكر – يتراكم الكادميوم فى الخلايا الحية ويصبح ساماً، بل ومسبباً للسرطان إذا زاد عن حد معين، كما أنه معروف بتسببه فى أمراض الكلى.

12-3-5. التاثير على خصائص التربة

درست – العديد من البحوث – آثار الأسمدة والمبيدات الكيميائية على خصائص التربة من حيث تآكلها، ومحتوى المادة العضوية بها والتنوع البيولوجى، والتى تعتبر المؤشرات الرئيسية لنوعية التربة. بالرغم من أن إستخدام الأسمدة والمبيدات الكيميائية يزيد – بصفة عامة – من إنتاجية المحاصيل، إلا أنها تسبب تدهور التربة على المدى البعيد. قام Reganold et. al.,1987 بإجراء دراسة مقارنة لعينات من نفس نوع التربة من مجموعة من المزارع التقليدية والعضوية المختارة بمدينة سبوكين بولاية واشنطن بالولايات المتحدة الأمريكية لفترة زمنية طويلة. وجد أن سمك الطبقة العلوية من التربة فى الأراضى المنزرعة

عضوياً بلغ 16 سم أكثر من الأراضى الأخرى؛ كان ذلك - غالباً - بسبب إدخال محاصيل البقوليات من السماد الروثى فى العام الثالث من الدورة المحصولية مع إستخدام عدد أقل من عمليات الحرث فى المزارع العضوية. ولم تكن لدى أراضى المزارع العضوية طبقة تربة سطحية أعمق - فقط - بل تتمتع - أيضا - بمحتوى عضوى أعلى بكثير ومستوى أقل بكثير من تآكل التربة مقارنة بالأراضى المنزرعة بالأساليب التقليدية. إستنتج الباحثين أن نظام الزراعة العضوية - أكثر فاعلية من نظام الزراعة التقليدى من حيث تقليل تآكل التربة والحفاظ على إنتاجيتها. أثبتت دراسات أخرى أن محتوى المواد العضوية أعلى - عادة - فى الأراضى المنزرعة عضوياً.

فيما يتعلق بعملية التنوع البيولوجى - يكوِّن إستخدام المبيدات والأسمدة الكيميائية بيئة غير متوازنة للأنواع الطبيعية - بالتالى - يقلل من التنوع البيولوجى. حيث أن - المبيدات البيولوجية تعتمد على الحفاظ على تعداد الكائنات النافعة - مثل المفترسات - تؤدى بالتالى إلى إستقرار التوازنات البيئية وتزيد من العمليات البيولوجية إلى أقصاها.

أكدت دراسات عديدة - أجريت فى أوروبا وأمريكا الشمالية - زيادة التنوع البيولوجى فى المزارع العضوية مقارنة بالمزارع التقليدية - أيضاً - الطيور والحيوانات الكبيرة؛ حيث يسبب إستخدام الأسمدة الصناعية والمبيدات الكيميائية تدهور السلاسل الغذائية وبيئات التكاثر؛ فى حين - تحافظ التربة العضوية على هيكلها وتوفر الغذاءَ والمأوى. تقليل إستخدام المبيدات الكيميائية يجذب أنواعاً جديدة (دائمة أو مهاجرة) إلى تلك المناطق العضوية من الحياة النباتية أو الحيوانية - مثل - الطيور والكائنات المفيدة للنظام العضوى - مثل - الأنواع الملقحة والأنواع الآكلة للكائنات الممرضة.

فيما يتعلق بهيكل التربة ومخاطر تآكلها - فإن ممارسات بناء التربة مثل دوران المحاصيل، وتبادل المحاصيل، وعلاقات التكافل والتعايش بين الكائنات، ومحاصيل

التغطية، والأسمدة العضوية وتقليل عمليات الحرث من الممارسات الأساسية فى الزراعة العضوية. تشجع هذه الممارسات - أيضاً - على وجود الحيوانات والنباتات المفيدة للتربة وتحسن تركيب التربة وهيكلها وتخلق أنظمة أكثر استقراراً. يترتب على ذلك - زيادة العناصر الغذائية Nutrients وحدوث دوران للطاقة وتحسن قدرات التربة فى الإحتفاظ بالعناصر المغذية والمياه مما يُغنى عن إستخدام الأسمدة المعدنية. تلعب أساليب الإدارة - أيضاً - دوراً هاماً فى منع تآكل التربة وتدهورها - كما تقلل زمن تعرض التربة للعوامل الآكلة وزيادة التنوع البيولوجى وتقليل الفاقد من العناصر الغذائية؛ فيساعد على الحفاظ على إنتاجية التربة وتحسينها.

12-3-6. تكاليف التلوث بالكيميائيات الزراعية (دراسة حالة كمثال)

- أجريت دراسة بجامعة إسكس بالمملكة المتحدة University of Essex باتباع منهج كمى لحساب التكاليف الناتجة عن الأضرار البيئية التى تنتج عن الزراعة التقليدية فى المملكة المتحدة بإستخدام الأسمدة والمبيدات الكيميائية. إستنتجت الدراسة أن تكاليف التدهور البيئى عام 1996ـ فى المملكة المتحدة بلغت 2.34 مليار جنيه إسترلينى - تشمل تكاليف إزالة الملوثات من المسطحات المائية - تشمل معالجة مصادر المياه فى محطات معالجة مياه الشرب وتكاليف معالجة انبعاثات غازات الإحتباس الحرارى وتكاليف تدهور نوعية التربة وتكاليف فقدان البيئات المناسبة للكائنات الحية ونقص التنوع البيولوجى والأضرار التى لحقت بصحة الإنسان وما يصاحبها من تكاليف الرعاية الصحية.

12-3-7. آثار ومخاطر متعلقة بالزراعة العضوية

بجانب الفوائد البيئية العديدة التى يمكن أن تتحقق بإستخدام الأسمدة والمبيدات العضوية - هناك - بعض المخاطر والتحفظات من نظام الزراعة العضوية - أهمها مايتعلق بالسلامة البيولوجية للمنتجات والشكوك حول فعالية منتجات الزراعة العضوية فى تحقيق الأمن الغذائى.

أ – التعرض للملوثات البيولوجية:

- ظهرت إدعاءات كثيرة تفيد أن أكل الأطعمة العضوية يزيد من التعرض للملوثات الميكروبية إلا أن الدراسات لم تثبت هذه الإدعاءات. يجب أن – تتوافق جميع الأطعمة العضوية مع نفس معايير الجودة والسلامة المطبقة على الأغذية التقليدية.
- من القضايا الشائعة التى تثار حول سلامة الغذاء العضوى – وجود السموم الفطرية به؛ نظراً – لعدم السماح بإستخدام مبيدات الفطريات فى أى مرحلة من مراحل إنتاج وتصنيع الأغذية العضوية. ثار القلق حول تلوث تلك الأغذية بالسموم الفطرية Mycotoxins نتيجة الأعفان. من المعروف أن تناول جرعات صغيرة من الأفلاتكسينات Aflatoxins – من أخطر أنواع السموم الفطرية – على فترات زمنية – قد يؤدى إلى الإصابة بسرطان الكبد؛ لذا – من المهم وجود ممارسات زراعية قياسية وممارسات تداول وتصنيع جيدة فى كل من الزراعة العضوية أو التقليدية – على حد سواء – من أجل تقليل إحتمال نمو الفطريات.
- من ناحية أخرى – يعد الكومبوست المصنوع من الروث الحيوانى – أحد مصادر التلوث الميكروبى. الجدير بالذكر – أن إستخدام الروث هو أمر شائع فى كل من الأنظمة التقليدية والعضوية؛ لذا – ينطبق إحتمال التلوث على كلا النوعين. يحتوى الروث على العديد من الكائنات المُمرِضة للإنسان؛ لذا – من الضرورى معالجته بطريقة سليمة بحيث يُصبح سماد عضوى آمن على الصحة العامة. لهذه الأسباب – يحظر على المزارع العضوية الخاضعة لمراقبة الجودة إستخدام الروث غير المعالج لمدة لا تقل عن 60 يوم قبل حصاد المحصول؛ حيث – يتم التفتيش على المزارع للتأكد من الإلتزام بمعايير الجودة فى هذا الشأن.

ب – إنخفاض إنتاجية المزارع العضوية:

- من النقاط الهامة التي أثيرت حول محددات الزراعة العضوية – عدم كفاءتها

فى تحقيق إنتاجية للمحاصيل Crop yield تساوى ما يتم الحصول عليه باستخدام أساليب الزراعة التقليدية. مما يثير السؤال حول مدى إمكانية الزراعة العضوية فى إنتاج ما يكفى من المنتجات الزراعية لتحقيق الأمن الغذائى.

- توضح الدراسات الصادرة عن منظمة الأغذية والزراعة (FAO) أن إنتاجية الزراعة العضوية لوحدة المساحة المزروعة – تقل عن الإنتاجية المماثلة للزراعية التقليدية – خاصة – أن الممارسات الزراعية التقليدية تهدف إلى تحسين التربة بالكيميائيات مما يزيد من محتوى العناصر المغذية Nutrients فيها ويساعد على مكافحة الآفات الزراعية. إلا أنه يمكن الوصول – عن طريق الإدارة السليمة للحقل – إلى تحسين إنتاجية الزراعة العضوية. لهذه الأسباب – يجب أن يكون التوسع فى الزراعة العضوية فى حدود محسوبة لتجنب إنخفاض الإنتاج الزراعى على المستوى القومى. ذكر تقرير نشرته منظمة الأغذية والزراعة أن المزارعين الذين يستخدمون الأساليب العضوية لايمكنهم إنتاج ما يكفى من الطعام للجميع.
- الجدير بالذكر – تواجه المنتجات الزراعية العضوية مشكلات عديدة فى التسويق؛ لذا – فإن المزارعون ملزمون بتحمل إنتاج أقل لكل وحدة مساحة مزروعة مع تعويض ذلك فى سعر المنتج. قد تكون هذه الفكرة غير مربحة فى دولة منخفضة الدخل؛ لذا – يجب دعم إنتاج الأسمدة والمبيدات العضوية عن طريق حوافز اقتصادية توفرها الحكومات وممثلي المجتمع المدنى. يجب – أيضاً – تنفيذ برامج التوعية البيئية والأمن الغذائى من جانب؛ مع التطبيق التدريجى لمبدأ تغريم المتسبب فى التلوث من المزارعين التقليديين – مما يحقق توازناً على المدى البعيد ويبدأ فى إقناع المزارعين والمستهلكين بالقيمة المضافة للزراعية العضوية.

4-12. معايير إعتماد الزراعة العضوية:

تتطلب عملية تنظيم وسائل الإنتاج فى الزراعات العضوية حتى الحصول على المُنتَج النهائى – مجموعة من المعايير الإختيارية أو التشريعية – التى تم تحديدها فى بداية الأمر – فى السبعينات من القرن التاسع عشر – من خلال الجمعيات الأهلية، وفى الثمانينات – من خلال الحكومات. تطورت – فى التسعينات – إلى تشريعات دولية تضم حالياً حوالى 60 دولة. أصدرت الولايات المتحدة الأمريكية قانون الزراعة العضوية The organic foods production act (OFPA) عام 1990 كجزء من قانون الزراعة، الذى ينص على وضع معايير وطنية للمنتجات الزراعية العضوية. حيث يشترط القانون التصديق على برامج الزراعة العضوية بناء على توصية 15 عضواً من المجلس الوطنى للمنتجات العضوية؛ إضافة – إلى توصيات وزارة الزراعة والقطاع الخاص والأجنبى. أصدرت الحكومة الكندية – أيضاً – مجموعة من المعايير عام 2006 التى تضمن سلامة المنتجات الزراعية العضوية وسلامة البيئة.

الفصل الثالث عشر

13 - الزراعة العضوية ومشاكل الآفات

13-1. مقدمة

ساهمت مبيدات الآفات فى زيادة الإنتاج الزراعى وتقليل الفجوة الغذائية - خاصة فى الدول الفقيرة؛ إضافة - إلى مساهمتها الفعالة فى القضاء على الحشرات الناقلة للأمراض لكل من الإنسان والحيوان. المبيدات مواد كيميائية غريبة عن البيئة تزعزع الأنظمة البيولوجية - خاصة فى التربة - نتيجة السمية المباشرة بالإضافة إلى العديد من التأثيرات غير المباشرة مثل إتلاف السلاسل الغذائية، إضعاف الأنظمة المناعية، الخصوبة والإصابة بالعديد من الأمراض؛ حيث تم الربط بين العديد من المبيدات وبين الإصابة بسرطان الدم Leukaemia عند الأطفال؛ أيضاً - تشوه الأجنة؛ ناهيك عن السمية المباشرة التى أصبحت من الأمور المألوفة بين العمال المشتغلين برش المبيدات والأفراد الذين يتناولون أطعمة ملوثة. صناعة المبيدات - صناعات مذنبة - تُسمم البيئة إما نتيجة ممارسات خاطئة أثناء عمليات تصنيع لاتُراعىَ فيها إحتياطات الأمان البيئى أو نتيجة حوادث عرضية - كما فى حادثة Bhopal عام 1984 فى الهند.

يُضاف إلى ذلك - العديد من المشاكل التى تحدث للمزارعين نتيجة إستخدام المبيدات. يؤدى إستخدام بعض مبيدات الحشائش - على سبيل المثال - إلى إبادة العوائل النباتية للمفترسات. هناك - أيضا - بعض مبيدات الحشائش تزيد من الإصابة ببعض أنواع النيماتودا - خاصة نيماتودا الحويصلات؛ بالإضافة - إلى الآثار السلبية الناجمة من رذاذ المبيدات والرش غير المقصود على المحاصيل المجاورة. يُحدث إستخدام مبيدات أخرى - خللاً فى النظام البيئى فى التربة بسبب قتلها بعض الكائنات الحية الدقيقة التى تُفيد فى مكافحة العديد من الآفات والمسببات المرضية فى التربة؛ لذا - يرفض المزارعون - فى مجال الزراعة العضوية -

إستخدام مبيدات الآفات مفضلين عليها بعض الطرق الأخرى الأكثر أمانا – خاصة – بعض الطرق الزراعية، مثل إتباع نظام التنوع فى المحاصيل الزراعية عن طريق الزراعة المختلطة أو الدورات الزراعية، التسميد العضوى، إستخدام بعض تقنيات ووسائل المكافحة الحيوية؛ أيضاً – إستخدام المستخلصات الطبيعية للنباتات وبعض المعادن والكيميائيات الآمنة.

لاتُعتَبَر الآفات والأمراض – بصفة عامة – مشكلة فى ظل نظام الزراعة العضوية الجيد – بإستثناء بعض الحالات التى تحتاج إلى تدخل علاجى. يتيح – هذا – أيضاً – نمو النبات السليم فى تربة مثالية تحت ظروف تغذية متوازنة مما يزيد من قدرة هذه النباتات على حماية نفسها ومقاومة الإصابة بمختلف الآفات والأمراض.

فى ظل النظام البيئى الطبيعى – تحدث مكافحة ذاتية للحشرات والأمراض النباتية نتيجة لوجود توازن بين عناصر النظام البيئى. لِذا – يشير وجود مشكلة حشرية أو مرضية إلى وجود نظام – زراعة – غير متوازن بسبب تدخل الإنسان وفرضه بعض الحلول التكنولوجية لمكافحة هذه الآفات. بناءاً على ذلك – تكافح الآفات الحيوانية والحشرات والفطريات والأعشاب الضارة تحت فلسفة السماح بمستوى مقبول من أضرار الآفات.

13-2. تأثير الأسمدة والكيميائيات الزراعية الأخرى

المبيدات – ليست السبب الوحيد فى ظهور مشكلات الآفات والأمراض، فهناك عديد من العمليات الزراعية والظروف البيئية التى يمكن أن تلعب دوراً فى هذا الشأن. أطلق كل من Hodges و Scofield عام 1983 مصطلح "Agricologenic disease" على الأمراض النباتية التى تَنتُج عن الممارسات الزراعية – بصفة عامة – وليست الناتجة – فقط – عن الكيميائيات الزراعية – Iatrogenic disease. قد يكون السماد المُستَخدَم من حيث كميته – ونوعه – عضوى أم غير عضوى – من العوامل الهامة فى هذا الصدد. قد تحدث حالات تغذية

- غير متوازنة - إذا إستخدمت كميات كبيرة من الأسمدة المعدنية - يحدث إمتصاص زائد لبعض المركبات مثل النترات - يتم تخزينها فى خلايا النباتات لحين الإحتياج إليها؛ أو يزداد تركيز العناصر المعدنية فى الماء الموجود بالتربة - يؤدى إلى إمساك بعض العناصر الأخرى وعدم إستفادة النبات منها. قد تُسبب النترات والأمونيوم - كذلك - أيونات الكلوريد ضرراً، فى هذا المجال؛ حيث - ترتبط درجة الإصابة بحشرة التربس على النجيليات بالتغذية على عنصرى البوتاسيوم والفوسفور. من ناحية أخرى - يمكن مشاهدة تأثير التغذية غير المتوازنة على حيوانات المزرعة. ثبت - أن أعراض نقص الماغنسيوم التى تظهر على الحيوانات ترجِع إلى زيادة تناول عنصرى البوتاسيوم والنيتروجين فى الحشائش على حساب عنصر الماغنسيوم. قد يؤدى - أيضا - عدم توافر عناصر مثل الكبريت، النحاس والبورن إلى ظهور أعراض النقص المعروفة أو إلى حدوث حالات مرضية. فيما يتعلق بعنصر النيتروجين - تزيد النسب العالية من النيتروجين الذائب فى الخلايا النباتية - نسبة الإصابة بالمنّ والأمراض الفطرية. قد يرجِع ذلك - إلى زيادة جاذبية المحصول للآفات والأمراض - نتيجة زيادة حجم الخلايا ورقَة الجُدر الخلوية مما ييسر عملية الإصابة للحصول على الغذاء - وتكاثر الآفات كنتيجة مباشرة لتوافر الغذاء.

ثبت - فى دراسة هامة لكل من Huber and Watson,1974 - أنه بالرغم من التداخلات العديدة بين المسببات المرضية وعوائلها - تؤثر صورة النيتروجين المتوفرة - سواء للعائل النباتى أو المسبب المرضى وليس كميته - فى شدة المرض ودرجة مقاومة النبات له؛ حيث - يتم تمثيل النيتروجين - سواء كان على صورة أمونيوم أو نترات، بالإضافة إلى كمية قليلة جدا من النيتروجين المرتبط عضويا - فيتحول النيتروجين الموجود على صورة أمونيوم سريعا إلى أحماض أمينية؛ فى حين - يخزن النيتروجين الموجود فى صورة نترات - كمصدر رئيسى لتغذية المسببات المرضية.

قد تتسبب بعض العوامل البيئية والزراعية – مثل وفرة المياه، درجة حموضة التربة ودرجة الحرارة – فى تفاوت نسبة إمتصاص النيتروجين فى صورة أمونيوم أو نترات. فى حالة إستخدام روث الحيوانات فى التسميد العضوى – فى نظام الزراعة العضوية – وحدوث توافر للعناصر عن طريق النشاط الميكروبى على هذه المواد العضوية، يعنى – ذلك – أن قدراً كبيراً من النيتروجين المُمتص سوف يكون فى صورة أمونيوم مع إنخفاض مستوى النترات.

يطلق مصطلح Iatrogenic على الأمراض النباتية التى يسببها إستخدام كيميائيات زراعية – خاصة – مبيدات الحشائش وغيرها – ذات نشاط بيولوجى عالٍ (Griffiths,1981). بالرغم من تخصص العديد من هذه المبيدات – إلا أن لها تأثيراً على كائنات غير مستهدفة أو على عمليات فسيولوجية للنبات العائل المعامل؛ لِذا – تُعتَبَر التأثيرات الجانبية لإستخدام هذه المبيدات شيئاً مألوفاً – مثل إستحداث أمراض جديدة أو حدوث فوران لأمراض كانت موجودة بالفعل.

قد تُحدث المبيدات تأثيرات فسيولوجية مختلفة داخل النبات – حيث يقلل مبيد الحشائش 2,4-D نسبة السكريات؛ بينما – يؤدى مبيد Malic hydrazine إلى زيادتها – فى كلتا الحالتين – يُصبِح النبات أكثر قابلية للإصابة بالمسببات المرضية الفطرية، حسب درجة تفضيل هذه الفطريات لنسب أعلى أو أقل من السكريات. قد تزيد بعض المبيدات نسبة النيتروجين فى النبات – مثل مبيد Simazine. تزيد – بعض المبيدات الأخرى – نسبة تسرب بعض المواد الغذائية من الجذور– يجعل هذه الجذور أكثر جاذبية للمسببات المرضية .

تُشير بعض الدلائل إلى تأثير المبيدات على الأنظمة الدفاعية الطبيعية بالنبات؛ إضافة – إلى تثبيطها الإختيارى لبعض المضادات الحيوية الفعالة مما ينشط نمو بعض مسببات الأمراض. هناك – أيضا – تأثيرات سلبية أكثر تعقيدا على النظام البيئى مثل تحول بعض الآفات الثانوية غير الهامة إلى آفات مؤثرة، نتيجة القضاء على الآفة الأساسية أو المرض من البيئة؛ بواسطة المبيدات عالية التخصص. يفسّر

ظهور بعض الآفات – مثل المنّ – بأعداد كبيرة بعد إختفائها – دور المبيدات. يُعزى ذلك – لحدوث تأثيرات سلبية على المفترسات، بالإضافة إلى القضاء على الحشائش التى تأوى هذه المفترسات؛ فى حين – أعزى Chaboussou الجزء الأكبر من تأثير المبيدات إلى عمليات التمثيل الغذائى فى النبات.

13-3. التسميد العضوى فى التربة النشيطة بيولوجياً

لاترجِع أهمية التسميد العضوى – فقط – إلى توفير العناصر الغذائية للنبات، لكنها تقوم – أيضا – بتوفير المواد الغذائية والطاقة للنظام البيئى ككل. تقوم الميكروبات – بعد ذلك – بتوفير العناصر الغذائية للنبات بصورة متوازنة وموزعة طوال موسم نمو المحصول؛ كما – تعمل على تشجيع نمو الطفيليات الميكروبية التى تساعد على كبح جماح الآفات والمسببات المرضية.

ظهر دور التسميد العضوى فى حماية المحاصيل من الأمراض النباتية عند ملاحظة التحسن الملحوظ فى المحصول نتيجة لإضافة السماد العضوى. لايمكن تفسير ذلك – على أنه بسبب توفير الغذاء فحسب؛ حيث أظهرت الدراسات مايُعرَف " بتأثير الدبال Humus effect " (يؤدى إلى زيادة النشاط الميكروبى – الذى يعمل على تقليل شراسة مسببات الأمراض ونسب الإصابة بها، وزيادة المقاومة للفيروسات، وتقليل إجهاد التربة وسميتها). يسمح إضافة السماد العضوى للنبات – أيضاً – بالحصول مباشرة على بعض الكيميائيات – مثل الفينول – التى يحتاجها لتحسين نظام المناعة به. للسماد العضوى – أيضا – تأثيراً مباشراً على زيادة كفاءة التربة فى تثبيطها للمسببات المرضية – خاصة – الفطريات التى تُسبب ذبول البادرات – مثل – *Pythium*، *Fusarium* و *Rhizoctonia*.

هناك أنواع من الأراضى – تُسمى الأراضى المُثبِّطة لحدوث الأمراض Suppressive soils – حيث تقل نسبة الإصابة بهذه النوعية من الأراضى عن تلك التى تم تعقيم تُربتها. يرجِع الباحثون – سبب ذلك – إلى التضاد بين الكائنات الدقيقة

بالتربة بعضها البعض؛ فقد تُفرز سموم Toxins أو مضادات حيوية، أو تتنافس على مصادر الغذاء والطاقة، أو تتطفل بعض هذه الكائنات على البعض الآخر؛ لذا – غالبا ماتؤدى التربة الغنية بالميكروبات النشطة إلى تحجيم دور ميكروب بعينه نتيجة لفعل الكائنات الأخرى المضادة لهذا الميكروب؛ يؤدى هذا – إلى تثبيط نشاط أحد مسببات الأمراض والإسراع من عملية تحلل جراثيمه، بل وتحلل بقايا النباتات التى كان يكمُن فيها المسبب. مما لاشك فيه؛ التسميد العضوى ضرورى لإمداد التربة بالغذاء والطاقة اللازمين للنشاط البيولوجى بها.

من المعروف – أنه عند تعرض أى فطر لنقص فى الغذاء – فى ظل نظام بيئى تنافسى – فإما يتحطم هذا الفطر نتيجة لإفرازاته الإنزيمية، أو يقوم بتكوين جراثيم تستطيع الكمون حتى تتوافر المواد الغذائية اللازمة. تنبت الجراثيم عند توافر إفرازات الجذور التى تحتوى على الكربوهيدرات، الأحماض الأمينية، العضوية وبعض المكونات الغذائية الأخرى – أو أى مواد غذائية أخرى مُيَسَرة. لاشك – تعتبر إضافة المواد العضوية الطازجة مصدراً هاماً للغذاء يُشَجِع الجراثيم على الإنبات. يراعى أن تكون تلك المواد العضوية ذات توازن من حيث نسبة الكربون إلى النيتروجين حتى لايكون هناك فائضاً من النيتروجين تتغذى عليه الفطريات؛ مع الإنتظار للوقت الكافى الذى يسمح بنمو الميكروبات حتى تتمكن من مهاجمة وتثبيط الفطريات النابتة حديثا. يقلل إضافة المواد العضوية إلى التربة من درجة إصابة النبات بالفطريات الإختيارية (متطفلة – مترممة) لتوافر المواد العضوية التى تسمح لها بالترمم على المواد المتحللة. قد تُسبب الروث الحديث وبقايا المحاصيل الطازجة – بعض المشاكل نتيجة للسموم التى تنتج فى المراحل الأولية من تحلل هذه المواد العضوية.

تلعب مجموعة من فطريات – مجموعة *Mycorrhizae* – دوراً هاماً فى زيادة درجة مقاومة النباتات للإصابات المرضية. تساعد – هذه المجموعة – فى تغذية النبات بالإضافة إلى الوقاية من الإصابات الفطرية والنيماتودية بتكوين مايُعرف بالمعطف الفطرى الذى يحيط بجذر النبات.

تثبط العديد من الكيميائيات فى التربة مسببات الأمراض النباتية؛ قد ينتج - مثلا - عن عملية تحلل السماد العضوى مركب ثانى أكسيد الكربون بتركيزات ضارة ببعض مسببات الأمراض؛ كما تفرز بعض النباتات بعض السموم السامة لبعض الفطريات والنباتات الأخرى فيما يعرف بظاهرة Allelochemicals.

يمكن تقليل الإصابة ببعض الأمراض النباتية عن طريق تحسين حيوية النباتات النامية فى هذه الأراضى كنتيجة لتحسين الحالة الكيميائية والطبيعية لها. يمكن - أيضاً - تحسين مقاومة النباتات بواسطة المعاملة ببعض المركبات مثل حامض السلساليك Salicylic acid - له تأثيراً يشبه المضادات الحيوية على جراثيم المسببات المرضية. تستطيع النباتات - أيضا - إمتصاص بعض المركبات العضوية ذات الوزن الجزيئى الكبير مثل البوليمرات العطرية؛ كذلك - اللجنين الذى له تأثير مُحَفز للنشاط الأيضى فى النبات. أمكن - حديثاً - الكشف عن وجود بعض المضادات الحيوية فى الأوراق العلوية من النباتات مثل البنسلين والإستربتومايسين والتى تم إمتصاصها من التربة.

4-13. الكومبوست - مستخلصاته - ومكافحة الأمراض النباتية

أُجرِيَت دراسات عديدة لتقدير كفاءة التسميد العضوى - خاصة الكومبوست - فى مكافحة الأمراض النباتية. أثبتت - بعض هذه الدراسات - أن الكومبوست يخفض نسبة الإصابة - بفطر *Pythium* - فى جذور بعض النباتات مثل البنجر، البسلة والفاصوليا بنسب تتراوح بين 20 - 80 %.

وجهت التجارب - السابقة - الأنظار إلى إمكانية إستخدام مترشحات بكتريا التربة ومستخلصات الكومبوست كمبيدات طبيعية. تحضر هذه المستخلصات بخلط الكومبوست مع الماء بنسبة 1 : 4 ورج المخلوط جيدا لمدة ساعتين ثم السماح له بالترسيب. يُفصَل المستخلص - بعد ذلك. وُجِدَ - أن هذا المستخلص فعال فى مكافحة مرض البياض الدقيقى فى البنجر، ومرض اللفحة فى البطاطس. وُجِدَ - أيضاً - أن تدعيم المستخلص ببعض الكائنات الدقيقة يزيد من فاعليته ضد مرض

لفحة البطاطس؛ إلا أن – كفاءة هذه المستخلصات كانت متفاوتة، طبقاً لطبيعة الكومبوست المُستَخدَم وطريقة الإستخلاص المُتَّبعة.

نتيجة جهود العلماء – حاليا – تم حصر وتعريف العديد من الفطريات والبكتريا وبعض الكائنات الدقيقة الأخرى التى تعمل على كبح جماح مسببات الأمراض النباتية – مثل فطريات *Tricoderma* و *Gliocladium* – يمكنها مكافحة العديد من الفطريات الممرضة ومنها *Sclerotinia*، *Rhizoctonia*، *Fusarium* و *Pythium*. أما الفطر *Verticillium cladosporium* فيهاجم بيض نيماتودا الحويصلات قبل فقسه أو مهاجمة الإناث قبل تكوينها للحويصلات على الجذور. فطر *Nematophora genophila* – أيضا – من الفطريات الفعالة فى مكافحة نيماتودا الحويصلات فى الحبوب.

من ناحية أخرى – يتواجد عديد من أنواع البكتريا النافعة فى محيط جذور النباتات تشجع نمو النباتات بإفراز مواد تعمل على خلب عنصر الحديد فى منطقة ماحول الجذور – يترتب عليه – حرمان البكتريا الضارة ومسببات الأمراض الأخرى من هذا العنصر الهام (قد تمنع بعض أنواع هذه البكتريا إمتصاص الحديد عن النبات نفسه). تقوم بعض أنواع بكتريا *Agrobacterium* بإنتاج مادة كيميائية تسمى Agrobactin – ترتبط مع منظومة النبات فى الدفاع عن نفسه ضد الأمراض، إضافة إلى – أنها تساعد على تشجيع إمتصاص النبات لعنصر الحديد. تقوم بكتريا *Pseudomonas* – أيضا – بإنتاج مادة Pseudobactin المضادة للميكروبات الأخرى – خاصة – المسببة لمرض عفن الجذور الأسود (المرض الكاسح Take all).

الموضوع الجدير بالمناقشة – هو عن كيفية إستخدام هذه الكائنات الدقيقة فى مكافحة الأمراض النباتية. هل تضاف إلى التربة ؟ أم تعامل بها البذور بنفس كيفية إستخدام المبيدات ؟ مع الوضع فى الإعتبار – تكاليف تحضير هذه الكائنات لتطبيقها على نطاق واسع. من منظور الزراعة العضوية – يجب التركيز على إيجاد ظروف بيولوجية مناسبة فى التربة – تسمح بزيادة أعداد هذه الكائنات. أوضح Cook

(1986,1988) أن عديد من المعاملات الزراعية – يمكنها أن تخفض تعداد مسببات الأمراض النباتية كلياً أو جزئياً، بتشجيع نمو الميكروبات المضادة الموجودة طبيعيا نتيجة لإستخدام مُحَسِنات التربة العضوية أو غمر التربة بالماء أو إتباع الدورات الزراعية أو الحرث. تستخدم – أيضا – وسيلة تشميس التربة – بعد تغطيتها بشرائح من مادة Polyethylene الشفاف – لقتل مسببات الأمراض.

يمكن تشجيع بعض المؤثرات الطبيعية؛ حيث – يوفر تحسين قوام التربة – مراقد جيدة للبذور ويساعد على تجنب حدوث نقص فى الرطوبة – بالإضافة إلى بعض المؤثرات الكيمائية مثل توفر مصادر الكالسيوم التبادلى والنيتروجين. يجب إستخدام جميع المؤثرات السابقة مُجتَمعة من خلال برنامج متكامل يشمل الظروف المثالية لنمو النبات. من الأمور الخاطئة الإعتقاد بأن مجرد إدخال الكائنات المضادة إلى التربة سوف يؤدى مباشرة إلى جعلها مُثَبِطة للأمراض. لايمكن أن ينجح – هذا الإدخال طالما – لم تتوافر لهذه الكائنات البؤر المعيشية الطبيعية لها والتى تُهيئها لنفسها.

يتيح – تطبيق نظام الدورة الزراعية – الوقت الكافى للقضاء على مسببات الأمراض؛ فى نفس الوقت – يسمح للطفيليات بالتبادل على العوائل وغير العوائل. فى بعض الحالات – قد ترتفع كفاءة التربة فى تثبيط مسببات الأمراض من خلال تكرار زراعة نفس المحصول – فيتلاشى المرض الكاسح Take all بعد عدة سنوات مُن تكرار زراعة نفس المحصول. يمكن تكرار – هذه الظاهرة – فى حالة نيماتودا الحويصلات ومرض الجرب فى البطاطس. يمكن تحويل التربة إلى تربة مُثَبِطة للأمراض – عن طريق عمليات الحرث وتلقيح التربة المشبعة بالأمراض بأخرى مُثَبِطة لها بنفس طريقة إضافة المواد العضوية للتربة.

13-5. الإستقرار البيئى ونُظُم زراعة المحاصيل وعلاقته بالإصابة بالآفات

يزعُم المزراعون – فى المزارع العضوية أنهم لايعانون من مشاكل الآفات – مثل أقرانهم فى الزراعة التقليدية. تم ترسيخ هذا الإعتقاد من نتائج الأبحاث التى أُجرِيَت

للمقارنة بين كلاّ النوعين من أنمـاط الزراعـة. أجـرى كـل مـن Motyka and Edens,1984 – على سبيل المثال – دراسة على الإصابة بذبابة البصـل. وُجِـدَ – زيادة أعداد الحشرة وتذبذبها بشدة فى المعاملات التى توقف فيها إستعمال مبيـدات الحشرات؛ أما المعاملات التى خُصِصَت لنظام الزراعة العضوية لعدة مواسم زراعيـة – فقد إنخفضت فيها نسبة الإصابة – بدرجة معنوية؛ فى حين – كانـت معـاملات الزراعة العضوية المستقرة أقل فى نسبة إصابتها من تلك التى تم تزويدها بـالمواد العضوية.

يمكن تفسير ظاهرة التوازن وعدم إنتشار الآفات والأمراض فى نظـام الزراعـة العضوية إلى التنوع الموجود فى النظام البيئى الزراعى الذى يؤدى إلى إستقراره – يترتب عليه – تقليل إحتمالات حدوث فوران مفاجئ لآفة معينة أو مرض بعينه. أمـا زراعة المحصول الواحد – كما فى نظام الزراعة التقليدية – يجعل المحصول فريسة للآفات ومسببات الأمراض. قد يؤدى التنوع فى المحاصيل المنزرعـة إلـى بعـض الإستقرار فى النظام البيئى – يؤدى إلى خفض نسبة الإصابة بالآفات والأمراض؛ إلا أنها – لاتصل إلى درجة الإستقرار كما فى العشائر الطبيعية؛ على العكس من ذلك – هناك رأى يقول أن التنوع الشديد قد يوفر مصادر غذائية مختلفة وملاجئ للآفـات. التنوع الوراثى الناتج عن إستخدام المحاصيل المركبة من العوامل المهمـة لتثبـيط قدرة مسببات الأمراض على التطور. يساعد التنوع الوراثى على حماية المحصـول وإمداد الأعداء الطبيعية بعوائل بديلة قد تكون مفيدة لها أكثر من العائـل الأساسـى. يمكن الحصول على هذا التنوع الوراثى من خلال الدورات الزراعية – عبر المواسم – والمحاصيل المختلطة – عبر الحقول.

الفصل الرابع عشر

14 – المكافحة البيئية للآفات والأمراض

يعتمد التوجه البيئى نحو مكافحة الآفات والأمراض – بدون إستخدام الكيميائيات – على تحفيز نشاط الأعداء الحيوية لآفات المحصول التى تضم العديد من الحشرات المفترسة والمتطفلة، والحيوانات – أيضاً – الفطريات والبكتريا والفيروسات التى تتطفل على الآفات. من أهم الأمثلة فى هذا المجال – دور الأعداء الحيوية فى مكافحة حشرات المنّ على النجيليات؛ بالإضافة إلى حشرات أبو العيد المفترسة ويرقات ذبابة السرفس. يوجد أكثر من 300 مفترس قادر على إصابة حشرات المنّ، منها عديد من أنواع العناكب، الأكاروسات والحشرات بالإضافة إلى الفطريات المتطفلة.

يؤثر فى تنوع وإستقرار الآفات وأعدائها الحيوية – مجموعة من العوامل أهمها تنوع العوائل النباتية وتوزيعها الزمانى والمكانى، نوع التربة، البيئة المحيطة، نمط برامج المكافحة المُستَخدَمة، المسافة الفاصلة بين المحصول ومصادر العدوى، بالإضافة إلى مدى تعقد العلاقات الغذائية بين الأنواع النباتية والآفات والأعداء الحيوية. الأساليب الزراعية التى تؤثر على النظام البيئى للمحصول بهدف مكافحة الآفات والأمراض:

14-1. تحديد مواعيد البذار والشتل والحصاد

يؤدى إتباع بعض الطرق – التى يترتب عليها حدوث تنوع عبر الوقت – إلى حرمان الآفة من العائل النباتى المناسب لها فى الأوقات الحرجة بالإضافة إلى تقليل الوقت الذى يمكن فيه للآفة أن تستكشف المحصول. من أهم أمثلة هذه الطرق – زراعة أصناف سريعة النضج، أو تعديل مواعيد الزراعة والحصاد أو تبوير الأراضى لفترات زمنية – مما يؤدى إلى حدوث فاصل زمنى بين كل عائل نباتى وآخر. يُساعد التعديل فى مواعيد البذر والشتل على تجنب أوقات فقس بيض بعض الحشرات

وتمكن النبات من النمو القوى قبل حدوث هجوم الآفة – كذلك – قبل حدوث فوران فى أعداد الآفة. قد يؤدى تعديل هذه المواعيد إلى توفير حدوث التزامن بين نمو الآفة ونمو أعدائها الحيوية الطبيعية ونُضج المحصول.

14-2. الظروف المناسبة للموقع

تتضمن الظروف المناسبة لكل من التربة والبيئة تحسين صحة وحيوية المحصول؛ لذا – يوضع فى الحسبان كيفية تحسين التربة ومصادر التغذية للنبات – إضافة – إلى مستويات الرطوبة فى التربة؛ وهل المحصول المطلوب زراعته مناسب للظروف البيئية فى هذه المنطقة أم لا ؟ فقد تتعرض بعض المحاصيل – التى يتم إدخالها حديثا فى منطقة جديدة – إلى هجوم عديد من الآفات الحشرية والمرضية، فتفشل زراعة المحصول. على سبيل المثال – عند إدخال زراعة البطاطس إلى أمريكا الشمالية أصبحت خنفساء البطاطس من الآفات الجديدة على المحصول – بينما كانت فى السابق لا تُصيب سوى حشيشة Sand bur. تصاب البطاطس فى أوربا بمرض اللفحة بسبب الظروف المناخية السائدة. لايجب إهمال تفاوت خواص كل رقعة زراعية داخل منطقة معينة. لايجب – مثلا – زراعة محاصيل الحبوب فى المناطق عالية الخصوبة من الوديان حتى لاتُصاب بالأمراض الفطرية.

يمكن تحسين الظروف البيئية للموقع عن طريق حراثة التربة بالإضافة إلى بعض العمليات الزراعية الأخرى التى تهىء الظروف المثالية لعملية الإنبات؛ مع تجنب العمليات التى تؤدى إلى إنتشار الإصابات النيماتودية. تلعب عملية الحراثة دوراً بارزاً فى القضاء على يرقات وعذارى الحشرات والقواقع عن طريق دفنها أو تحطيمها. يؤدى التخلص من بقايا المحاصيل القديمة – أيضا – إلى إزالة مصادر الغذاء والحماية للآفات.

الدورات الزراعية هى الأسلوب المثالى لتنوع نظام الزراعة لصعوبة الإختيارات الأخرى مثل نظام الزراعة المركبة **Polycultures** الذى يتضمن العديد من المشاكل

والصعوبات المادية والميكانيكية - إضافة - إلى حجم العمالة اللآزمة. الدورة الزراعية - من النُظُم الناجحة فى مكافحة الآفات والأمراض الموجودة فى التربة - خاصة - بعض الحشرات وحيدة العائل الغذائى، لإمكانية عمل فاصل بين المحاصيل القابلة للإصابة. يتراوح هذا الفاصل الزمنى بين عدة أسابيع - لتجنب وجود جسر نباتى تستخدمه مسببات أمراض الأوراق من محصول إلى آخر - وبين عدة سنوات لمكافحة بعض أنواع النيماتودا.

لايُجدى نظام الدورات الزراعية فى حالة مكافحة الحشرات واسعة الإنتشار ومسببات الأمراض التى يمكن أن تعيش مترممة فى التربة، بالإضافة إلى مسببات الأمراض التى تنقل جراثيمها عن طريق الهواء.

14-3. خلط أصناف مختلفة

أدت الطرق الحديثة - فى تربية النباتات - إلى التخلص من الأصناف المحلية المتنوعة وراثيا مع التركيز على الأصناف عالية الجودة حتى وإن خسرت صفة المقاومة للآفات والأمراض، يزيد - ذلك - من فرصة إنتشار الآفات وظهور آفات دخيلة حديثا. زراعة أصناف مختلطة - من أبسط الطرق التى تُستَخدَم لتحقيق التنوع المكانى فى نُظُم الزراعة العضوية. من أهم الأسباب التى تجعل مخاليط الأصناف ناجحة فى خفض معدلات الإصابة بالأمراض، أن الأصناف المختلفة - عادة - مايكون لها أساليب مختلفة فى مكافحة الأمراض - قد يكون لبعضها مقاومة لأمراض معينة أكثر من البعض الآخر؛ لذا - يؤدى زراعة هذه الأصناف متبادلة مع بعضها إلى عمل حاجز من النباتات المقاومة - بين النباتات القابلة للإصابة - يحد من إنتشار الإصابة. من أمثلة ذلك - نبات الشلجم Oil seed rape - من أهم المحاصيل فى المملكة المتحدة - تتركز زراعته - أساسا - على صنفين فقط من الأصناف عالية الإنتاج. أدى - ذلك - إلى ظهور وإنتشار مرضين فطريين من أمراض تبقعات الأوراق البسيطة تسببهما فطريات *Alternaria* و *Septoria*.

14-4. خلط أنواع مختلفة من المحاصيل

تخضع عملية خلط الأنواع المختلفة من المحاصيل - لنفس الأسس المتَّبعة فى خلط الأصناف المختلفة. هناك طرق عديد لخلط المحاصيل المختلفة - أهمها:

- زراعة نباتات محصول معين جاذب للآفات المرغوب فى مكافحتها كسياج حول المحصول الأصلى، للحد من شدة الإصابة فى المحصول الأصلى - مثل عمل سياج من نباتات الكوسة الجاذب للذبابة البيضاء حول حقول الطماطم.
- الزراعة فى قطع طويلة متجاورة لمحصولين مختلفين بطريقة تبادلية معينة.
- زراعة تبادلية فى خطوط لمحصولين مختلفين.
- زراعة مختلطة لمحصولين.
- تحميل محصول على آخر.

تتعرف الآفات على المحصول المناسب لها إما بمعالمه أو رائحته؛ لـذا - يمكن تركيب مخاليط المحاصيل بطريقة تؤدى إلى تضليل الآفة. تتجه - مثلا - حشرتى التربس والذباب الأبيض إلى اللون الأخضر للنباتات المتوسطة للتربة البنية؛ بناءاً على ذلك - يؤدى زراعة النباتات متلاحمة أو فى حالة وجود غطاء من الحشائش أو البلاستيك على التربة إلى تجاهل الحشرات لهذه المناطق. لمكافحة الآفات - التى تتعرف على النباتات عن طريق الروائح (الدلائل الكيميائية) - تزرع نباتات جاذبة لهذه الآفات كسياج حول المحصول - أو زراعة قطع داخل المحصول. قد لا تكون هذه الطريقة مأمونة العواقب بإستمرار. قد يؤدى إستخدامها بطريقة معينة تحت ظروف معينة إلى حدوث فوران لأعداد الآفة، يتسبب فى حدوث خسائر فى المحصول.

يؤدى خلط المحاصيل - أيضا - إلى مكافحة الآفات بطرق أخرى عديدة منها التأثير على درجة توافر الإضاءة مما يؤثر على سلوك الآفات الحشرية، وقد تقوم بعمل حواجز عند إستخدام نباتات طويلة من غير عوائل الحشرة، بالإضافة إلى زيادة المسافات بين النباتات العائلة للآفات والتأثير على مناطق المناخ المحيط بالنباتات.

تستخدم طريقة مخاليط المحاصيل بكثرة فى مجال المحاصيل البستانية؛ كما يمكن إستخدامها لخلط بعض محاصيل الحبوب. تتجه الأبحاث – حالياً – إلى عمل مخاليط من الحبوب والبقوليات – مثل القمح مع الفول، الشعير مع البازلاء. تُعطى هذه المخاليط – غالبا – محصولاً مقارباً لمتوسط أى محصول من محاصيل المخلوط كل على حده، بل – قد يزيد محصول المخلوط عن أعلى محصول ممكن لأعلى المحصولين – الداخلين فى المخلوط – إنتاجا. يوضح هذا – أن قوائم الأصناف الموصى بها قد لاتدل على أعلى الأصناف إنتاجا وإنه من الأفضل للمزارعين زراعة مخاليط من أفضل الأصناف المتوفرة بدلا من زراعة صنف واحد نقى لمحصول ما. يوضح جدول (14 – 1) نماذج لبعض المخاليط – مثل القمح والشعير والزمير – مع بعض المحاصيل البقولية. تنضج هذه المخاليط – من محاصيل الحبوب والبقول – فى وقت متقارب. لذا – يجب أن يوضع فى الحسبان هل سيتم إستهلاك حبوب المحصولين على صورتهما المخلوطة – أم سيتم فصلهم عن بعضهما البعض. قد تكون نُظُم الخلط ناجحة من ناحية فكرتها ومدى توفيرها للعمالة والتكاليف المادية إلا أنه يقابلها صعوبات عديدة عند تطبيقها على المستوى التجارى. قد تؤدى – كذلك – إلى تعقيد عملية الإحتفاظ بالمحاصيل خالية من الحشائش.

14-5. تحسين ظروف البيئة النباتية

تؤثر عملية تحسين البيئة عن طريق إدارة الغطاء النباتى من غير المحصول – الحشائش، الزهور البرية، الأسيجة، مصدات الرياح والمسطحات الخضراء – على أعداد الآفات الزراعية والحشرات النافعة. تتأثر – على سبيل المثال – درجة الإصابة بالحشرات الطائرة بوجود الأسيجة ومصدات الرياح حيث يصل معدل إختراق الحشرات إلى داخل الحقل 10 أمثال إرتفاع السياج فى الجانب عكس إتجاة الرياح؛ فى حين – لايتجاوز المثلين فى الجانب الموجود بإتجاه الرياح.

جدول (14 - 1): أنظمة زراعة مختلطة للمحاصيل تمنع أو تقلل الإصابات الحشرية.

نظام الزراعة	الآفة التى يتم تنظيمها	العوامل المؤثرة
قطن متداخل مع بسلة العلف	سوسة اللوز *Anthonomus grandis*	زيادة أعداد الدبابير المفترسة *Eurytoma sp.*
قطن متداخل مع ذرة أو ذرة رفيعة	دودة كيزان الذرة *Heliothis zea*	زيادة أعداد المفترسات
قطن متداخل مع بامية	*Podagrica sp.*	مصيدة نباتية
قطن مع شرائح برسيم حجازى	بق النبات *Lygushesperus elisus*	منع هجرة الآفة – تحقيق التزامن بين الآفه وأعدائها الطبيعية
زراعة شرائح من قطن وبرسيم حجازى فى جانب وذرة وفول صويا فى الجانب الآخر	دودة كيزان الذرة *Heliothis zea* *Cobbage looper* Trichoplusia ni	زيادة كبيرة فى أعداد المفترسات
ذرة متبادل مع فول	نطاطات الأوراق *Empoasca kraemeri* *Diabrotica balteata* دودة الأوراق الخريفية *Spodoptear frugiperda*	زيادة أعداد الحشرات النافعة والمؤثرة على قدرة الآفات على الإستيطان
قطن متبادل مع سمسم	*Heliotheis spp.*	زيادة أعداد الحشرات المفيدة – مصايد حقلية
ذرة متبادل مع بطاطا حلوة	خنافس الأوراق *.Diabrotica spp* نطاطات الأوراق Agallia lingula	زيادة أعداد الدبابير المفترسة
ذرة متبادل مع لوبيا	خنفساء الأوراق *Dethecoa bennigseni*	زيادة أعداد الحشرات النافعة – تحسين الظروف البيئية
طماطم متبادل مع كرنب	الفراشة ذات الظهر المعين Plutella xylostella	طرد كيميائى للحشرة أو تضليل لها عن وجود العائل

قد يُفيد الغطاء النباتى - أيضاً - من غير المحصول - كعائل ثانوى للآفات وكمأوى للأمراض التى تسببها الحشرات مما يقلل من ضغطها على نباتات المحصول. فالآفات التى تعيش خارج الحقول فى الحواف غير المحروثة بجوار الأسيجة - مثل ذبابة الجزر - التى تعيش على حشيشة القراص Nettles وذبابة جذر القرنبيط - التى تعيش على حشيشة بقدونس البقرة Cow parsley ومَن الشوفان - الذى يعيش على كرز الطيور Bird cherry - تتخذها كعائل بديل عن المحصول. قد تؤدى الأسيجة - المتداخلة من النباتات الخشبية - إلى تقليل مخاطر الإصابة بالآفات عندما تكون المحاصيل الرئيسية الموجودة من الحبوب أو الأعلاف أو الخضر. تقوم بعض أنواع الحشائش ونباتات الزينة - أيضا - بحماية محصول القمح عن طريق جذب الآفات والحد من تأثيرها، أو قد تُفرِز مواد كيميائية طاردة للآفات، بالإضافة إلى دورها فى زيادة أعداد الحشرات النافعة عن طريق إمدادها بالرحيق وحبوب اللقاح أو بكونها مأوى للحشرات التى تتطفل عليها أو تفترسها. يزداد خطر إنتقال الآفات من الغطاء النباتى الموجود حول المحصول الأساسى - كلما إقتربت أنواع ذلك الغطاء النباتى من نوع المحصول المنزرع. من هذا المنطلق - لايصنف الغطاء النباتى الطبيعى بشكل مطلق على أنة مكوِّن نافع أو ضار من مكونات البيئة. فكما أنها تُعطى الأرضية لزيادة أعداد الحشرات النافعة لحينِ الحاجة إليها؛ تُعتَبَر - أيضا - عائلاً ثانوياً للآفات يمكن من خلالها مهاجمة المحصول.

من أمثلة الطرق الفعالة التى إستُخدِمَت لمكافحة المنّ فى محطة تجارب Rothamsted بإنجلترا - عدم إستخدام مبيدات الحشائش وإتباع الزراعة التحتية بالحبوب والذى أدى إلى زيادة أعداد مفترسات المنّ. يؤدى قطع الحشائش - بعد التأكد من تواجد أعداد الحشرات المفترسة بالقدر الكافى - إلى هجرة هذه الحشرات المفترسة والإنتشار فى المحصول. حققت عملية مكافحة حشرة فراشة التفاح نجاحاً كبيراً فى نيوزيلندا بزراعة بعض أنواع النباتات الزهرية كغطاء أخضر للبستان -

خاصة نباتات العائلة الخيمية – التى تزيد من تعداد الحشرات المتطفلة على فراشة التفاح؛ بالإضافة إلى الدخل المتاح من هذه النباتات الزهرية المستخدمة فى الغطاء الأخضر.

14-6. تعديل سلوك الآفات

تُستَخدَم هذه الطريقة – أساساً – لمكافحة النيماتودا. تُشَجِع بعض المحاصيل الفخية القابلة للإصابة بالنيماتودا – مثل الخردل Unustaid أو الشلجم Rape – فقس البيض وغزو الجذور. بالتالى – يؤدى إعدام هذه المحاصيل الفخية وإستخدامها كسماد أخضر إلى موت الديدان التى قامت بغزوه. لكن – يجب الحذر من أن عدم إعدام المحصول فى الوقت الناسب قد يسبب أضراراً جسيمة. يمكن – أيضا – زراعة محاصيل فخية مقاومة للإصابة بالنيماتودا، تُشَجِع البيض على الفقس لكنها فى الوقت نفسه تُفرِز كيميائيات تؤدى إلى عدم بلوغ الديدان مرحلة النضج. يعتمد إختيار المحصول الفخى المناسب على صفات كل نوع من أنواع النيماتودا. على سبيل المثال – تشمل المحاصيل الفخية المناسبة كسماد أخضر لمكافحة نيماتودا حويصلات البنجر، بنجر المائدة، بنجر الماشية، السبانخ الشتوية، الكرنب، الشلجم، الخردل، اللفت، فجل العلف وبعض الحشائش مثل الفجل البرى، الخردل البرى، كيس الراعى، عشب الطيور والهندباء البرية. أما النباتات التى تمنع نمو نيماتودا حويصلات البنجر فتشمل البرسيم الحجازى، أنواع البرسيم المختلفة، الذرة، الفول البلدى، البسلة، الهندباء Chicory، البصل، الكتان والزمير. فى حين تشمل النباتات المحايِدة – التى ليست عائلا لهذه النيماتودا – البطاطس، الشعير، الشوفان، القمح، الترمس والجزر.

14-7. مقاومة النباتات للآفات والأمراض النباتية

تحتوى النباتات – مثل الإنسان والحيوان – على نُظُم دفاعية معقدة لحماية نفسها من الأمراض والآفات. تمتد هذه النُظُم الدفاعية لتشمل المواد الكيميائية

الحيوية - التى تُستَخدَم كإشارات كيميائية فى النظام البيئى لإرسال رسائل إلى مراكز الإحساس، أو إصدار روائح منفرة، أو قد تكون مواد تمنع النضج الجنسى أو إحداث العقم. هناك بعض الروادع الطبيعية مثل الأشواك (Swain,1977).

تتكون المواد الكيميائية الحيوية - التى تؤثر على نشاط الآفات - من العديد من الأحماض الأمينية، السكريات ومُثَبِطات الإنبات والنمو. من أمثلة أنواع هذه المركبات - القلويدات، السابونينات، الإنزيمات، الجليكوسيدات والجليكوسينولات. القلويدات من أهم أنواع هذه المركبات، حيث تتوافر فى النباتات وتعمل كمواد طاردة أو كسموم للحشرات والنباتات المنافسة - ظاهرة Allelopathy. تطرد - مثلاً - مادة السولونين Solonin الموجودة فى البطاطس - خنفساء البطاطس؛ يقتل النيكوتين الموجود فى نبات الدخان - المنّ، تقى مادة التوماتين Tomatin - الموجودة فى ثمار الطماطم الخضراء - من الديدان. إكتشف العلماء - حديثا - مادة DMDP - نوعاً من القلويدات يُشبه السكريات فى التركيب - تقتل الجرعات الصغيرة منها يرقات خنافس البقوليات. تُكافح - أيضا - مسببات الأمراض النباتية ببعض الوسائل المشابهة مثل مدى متانة وقوة طبقة الكيوتيكل التى تُغطى بشرة النبات ونوع الشعيرات الجذرية؛ بالإضافة إلى - بعض الكيميائيات - مثل بعض أنواع التانينات Tanins والفيتوألكاسينات Phytoalexins - التى تعمل كمضادات حيوية طبيعية. تُفرِز البطاطس فيتوالكسينات - سامة للفطريات - كرد فعل طبيعى عند تعرضها للإصابة ببعض أنواع الفطريات. إضافة إلى ما سبق - تُفرز بعض أنواع البكتريا الموجودة فى التربة - مثل *Agrobacterium spp* - مواد سامة للفطريات المُمرِضة عند إثارتها بواسطة إفرازات جذور النباتات المعرضة لغزو هذه الفطريات.

14-8. إستخدام مستخلصات نباتية

المستخلصات النباتية - من الطرق القديمة المستخدمة - منذ زمن طويل - فى مكافحة الآفات والأمراض. تُعتَبَر - حاليا - من أهم ركائز برامج مكافحة الآفات فى

نظام الزراعة العضوية. إستُخدِمت المستخلصات النباتية من البصل، الثوم، الكواسيا Quassis، البابونج والدمسيسة فى مكافحة العديد من الآفات والأمراض الفطرية.

14-8-1. بعض المستخلصات النباتية التى يمكن تحضيرها وإستخدامها بواسطة المزراعين فى مكافحة بعض الآفات والأمراض فى الزراعة العضوية :

14-8-1-1. مستخلص النيكوتين:

محلول سام جدا، فعال ضد طائفة كبيرة من الحشرات. أحد أهم مبيدات الحشرات فى أواخر القرن التاسع عشر، ولايزال يُستخدم هذه الأيام بأشكال عديدة. يستخلص النيكوتين من أوراق نبات الدخان أو من فضلات السجائر. يحضر بإضافة مقدار كوب مملوء من أوراق نبات الدخان المطحونة أو المكسّرة (أو كمية مماثلة من فضلات أو مخلّفات السجائر) إلى لتر من الماء البارد و يُترك المخلوط لمدة نصف ساعة، ثم يضاف ملعقة صغيرة من الصابون السائل – كمادة ناشرة – ويحرك الخليط جيدا. يرشح المزيج بقماش شفاف. المحلول فعّال لعدة أسابيع – إذا تم حفظه فى وعاء مُحكم الإغلاق. من مميزات تجهيز هذا المحلول فى المنزل أنه غير قاتل لحشرات النحل والحشرات الأخرى المفيدة لأن مفعوله يتلاشى بعد عدة ساعات من الرش على النباتات – بعكس محلول النيكوتين المصنّع والذى يكون ضرره فادح و تأثيره قوى جدا على المزروعات والحشرات. لايُستَخدَم المحلول على أوراق النباتات الصالحة للأكل (الخضراوات والأشجار المثمرة)، نظراً لإمتصاصه وتخزينه بداخلها عدّة أسابيع.

14-8-1-2. مُستخلص الثوم:

تقطع 200 جرام من فصوص الثوم تقطيعاً ناعماً – يضاف إليها لتر من الماء البارد. يضاف بعدها للمخلوط ملعقة كبيرة من الصابون السائل ويترك لمدة 24 ساعة قبل الإستخدام. يمكن – أيضا – إضافة ثمرتين من الفلفل الحار والبصل إلى فصوص الثوم. يبيد هذا المحلول حشرات المَّن وبعض الحشرات التى تهاجم الكرنب (الملفوف) والكوسة. أظهرت بعض الدراسات فعالية محلول الثوم فى معالجة

الأمراض الفطرية التى تصيب النبات. يخفف المحلول بإضافة الماء بمعدل 20 مل من المحلول لكل لتر من الماء، يكرر الرش عند الحاجة.

14-8-1-3. مستخلص فجل الخيل Horseradish:

تُطحن وتُنَعم الأوراق أو البذور ثم تخلط بالماء البارد بمعدل 100 جرام لكل لتر ماء مع إضافة ملعقة من الصابون السائل. يترك المخلوط لمدة 24 ساعة قبل الإستخدام. يستخدم المستخلص فى معاملة البذرة أو رش الثمار لمكافحة الأمراض النباتية.

14-8-1-4. مستخلص البابونج Chamomile:

تنقع 50 جرام من الأزهار فى لتر من الماء الساخن ويترك ليبرد. تُعامل بذور المحصول المُعدة للزراعة، بوضعها فى وعاء مثقب ثم غمره فى المستخلص عدة مرات وتركه ليجف.

14-8-1-5. مستخلص نبات النيم Neem:

تتواجد شجرة النيم بكثرة فى الأماكن الإستوائية أو تحت الإستوائية. يتحصل على المسحوق من بذور الأشجار. من المميزات الهامة لمستخلص النيم أنه يمكن للمزارعين تحضيره ببعض الوسائل البسيطة.

طريقة عمل المستخلص:

أ - الجمع: جمع الثمار المتساقطة تحت أشجار النيم خلال موسم إنتاج الثمار ونقلها إلى موقع العمل لتنظيفها من الأوساخ.

ب - التجفيف والتخزين: تجفيف الثمار تحت أشعة الشمس فى أحواض أسمنتية مخصصة للتجفيف مع تقليبها بين الحين والآخر بواسطة جهاز التجفيف الحرارى على درجة 60°م. تخزن الثمار الجافة فى أوعية مناسبة وتحفظ فى مخزن بارد وجاف.

جـ - طحن الثمار: تطحن الثمار بواسطة مطحنة - معدة لهذا الغرض. يعبأ

المسحوق الناتج فى عبوات بلاستيكية محكمة الإغلاق. تخـزن لإسـتخدامها عنـد الطلب. لاتُخلط بالماء إلا عند الإستخدام؛ يُستَخدَم فى غضون 48 ساعة كحد أقصـى - نظراً – لسرعة تحلل المبيد.

د – إستخلاص المادة الفعالة: ينقع مسحوق النيم فى الماء بمعدل 1ــ 1,5 كجـم لكل مائة لتر ماء فى خزان لمدة تتراوح بين 24 – 48 ساعة مع إضافة قطرات من الصابون السائل مع تحريك المستخلص بين فترة وأخرى. يرشح المحلول بإسـتخدام مصفى مناسبة. يصبح المبيد جاهزاً للإستخدام. يرش المحلـول المحضـر مباشـرة كمبيد للحشرات بمعدل يتراوح بين 200 – 800 مل/ 100 لتر ماء. يـؤدى تكـرار الرش بشكل منتظم إلى خفض تعداد الحشرات إلى حد كبير.

سماد كعكة النيم Neem cake organic manure:

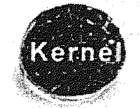
يتم إنتاجه من ناتج عصر الثمار ولُب النواة kernels. النـاتج سـماد عضـوى يتكون من:

نيتـروجين 2 – 5 %، فوسـفور 0,5 – 1 % ، ماغنسـيوم 0,3 – 1 %، كالسيوم 0,5 – 3 %، بوتاسـيوم 1 – 2 %، كبريت 0,2 – 3 %، نحاس 20 جـزء فى المليون، زنك 60 جـزء فى المليون، منجنيز 60 جزء فـى المليـون. السماد غنى بمركبات الكبريت وLimonoids؛ مما – يؤدى إلى جعل التربة أكثـر خصوبة – كما يوفر النيتروجين نتيجة إيقاف نشاط البكتريا التى تؤدى إلى تحوله إلى الصورة الغازية. يحمى – أيضـاً – جـذور النباتـات مـن النمـل الأبـيض والنيماتودا. كما يقلل قلوية التربة عن طريق إنتاج الأحماض العضوية. يحسـن – أيضاً – خواص التربة.









قد ترجع أغلب تأثيرات المستخلصات النباتية إلى مساعدتها فى تقوية نمو النبات وزيادة مقاومته لعملية الإختراق بواسطة الحشرات الثاقبة الماصة أو الفطريات. على سبيل المثال - تحتوى مستخلصات بعض الأعشاب البحرية على بعض العناصر الغذائية وبعض المركبات مثل حامض السلسليك الذى يُفيد فى بناء خلايا النبات. عموماً - لانستطيع الجزم بأن هناك مادة بعينها مسئولة عن مقاومة النبات للآفات والأمراض. قد ينتُج - ذلك - عن مجموعة من العناصر والمركبات. قد تلعب بعض المستخلصات النباتية - أيضا - دوراً طارداً لبعض الآفات الحشرية كما فى مستخلصات نبات حشيشة الدود Tansy ونبات الدمسيسة Wormwood.

تتضارب - فى كثير من الأحيان - نتائج إختبار المستخلصات النباتية. يرجع ذلك - إلى تفاوت نسبة المواد الفعالة فى المواسم المختلفة والأعمار المختلفة للنباتات؛ كما - أنها قد تتركز فى جزء معين من أجزاء النبات. قد يرجع ذلك - إلى بعض التعقيدات فى عملية الفصل مثل أن تكون المادة الفعالة مرتبطة ببعض أنواع السكريات وتحتاج إلى التحلل بواسطة الأنزيمات. قد تؤدى عملية الفصل - أيضاً - إلى تحطم المادة الفعالة أو تسربها. قد تفشل بعض المستخلصات عند إستخدامها فى الحقل، بالرغم من نجاحها معمليا. يُعزىَ ذلك - إلى العديد من الأسباب التى من أهمها تحطم المادة الفعالة للمستخلص عند تعرضها للهواء أو ضوء الشمس أو إرتفاع درجة الحرارة، بالإضافة إلى غسلها فى حالات المطر الشديد. يراعى إستخدام المستخلصات النباتية كطريقة وقائية تمنع تواجد الإصابات الحشريةَ تمنع تكون التراكيب الفطرية التى تساعد على إختراق النبات العائل. يلاحظ وجود بعض التأثيرات السلبية لبعض أنواع المستخلصات على الحشرات النافعة والكائنات الدقيقة غير الممرضة. فمستخلص البصل - مثلاً - فعال معمليا - فقط - ضد مرض اللفحة على البطاطس، فى حين مستخلص ذيل الحصان Horsetail فعال ضد الأمراض المتسببة عن فطريات *Septoria* و *Fusarium* فى القمح عند معاملة التقاوى. مستخلص حشيشة الحميض - فعال ضد أمراض البياض على الخيار والتفاح وأشد فاعلية من بعض أنواع المبيدات - خاصة الكبريت ومبيد Bayelton.

ختاماً – نستطيع القول – أنه بالرغم من الكم الهائل من التجارب والأبحاث التى أُجريت للحصول على بعض المستخلصات النباتية الفعالة ضد الآفات والأمراض – إلا أن النتائج مازالت متواضعة حتى الآن.

14-9. إستخدام أصناف نباتية مقاومة:

الأصناف النباتية المقاومة – إحدى طرق مكافحة الآفات – تسمى المكافحة الصنفية Varietal control – قد تساعد فى تقليل حدة الأضرار التى تسببها الآفات. يتم التوصل إلى هذه الأصناف المقاومة عن طريق دمج العديد من العوامل الوراثية مع بعضها للوصول إلى بعض الخصائص الفسيولوجية والمورفولوجية التى تؤدى إلى مستوى مقاومة مقبول. قد ترجع مقاومة الأصناف النباتية إلى بعض الصفات المورفولوجية – مثل غزارة الشعيرات على الأوراق أو صلابة السيقان – أو بعض الصفات الفسيولوجية – مثل وجود بعض المواد السامة أو المُنفِّرة فى عصارة النبات ومنها مادة الجوسيبول Gossypol التى تُفرزها الغدد الخلوية فى أوراق نبات القطن. يوجد نوعان من المقاومة فى النبات: مقاومة رأسية Vertical resistance – مقاومة محددة لسلالة معينة من طفيل فى صنف نباتى معين – ومقاومة أفقية Horizontal resistance – غير متخصصة؛ لاتعنى مقاومة كاملة لسلالة بعينها من الطفيل بل تشمل مقاومة جميع السلالات المعروفة للطفيل.

14-10. المقاومة المُستحثة ومكافحة الأمراض النباتية

المقاومة المستحثة – هى دفع النبات – بواسطة بعض المستحثات الكيميائية أو البيولوجية أو الطبيعية – إلى تكوين مواد مسؤولة عن المقاومة قبل حدوث الإصابة وسرعة رد الفعل عند حدوث الإصابة . المقاومة المستحثة أحد أهم الإتجاهات الحديثة فى مكافحة الأمراض النباتية .

أمثلة للعزلات المستخدمة كمستحثات بيولوجية:

أ - الخمائر:

- *Saccharomyces cerevisae* - تستخدم فى صناعة العجائن والخبز.
- *Cryptococcus albidus* - تعزل من أسطح الأوراق والفروع والبراعم النباتية ومن على أغلفة الثمار - مثل - التفاح والكمثرى. ثبت نجاحها فى مكافحة أمراض أعفان الثمار فى التفاح.
- *Pichia guilliermondii* - تعزل من أغلفة الثمار مثل الليمون. تستخدم فى مكافحة أمراض ما بعد الحصاد فى الطماطم وبعض أنواع الفاكهة.
- *Sporobolomyces roseus* - تعرف باسمPink yeast - نجح إستخدمها فى مكافحة أمراض ما بعد الحصاد فى التفاحيات.
- *Candidia oleophila* - تندرج تحت إسم White yeast . نجحت فى مكافحة أمراض أعفان الثمار فى الموالح والتفاحيات.

ب - البكتريا:

تشمل أنواع عديدة من البكتريا النافعة وغير الممرضة للنبات - مثل - بكتريا *Bacillus subtilis*، بكتريا *Pseudomonas syringae* وبكتريا*P. fluroescens* .

14-10-1. مميزات المقاومة المستحثة:

- غير ضارة للإنسان والبيئة .
- غير متخصصة - تفيد ضد الأمراض الفيروسية والفطرية والبكترية.
- ثابتة - تعتمد على نشاط العديد من المواضع الحيوية .
- ذات تأثير ممتد؛ تكفى معاملة واحدة أو اثنتان فى بداية عمر النبات لكى تحمى النبات طوال فترة حياته.
- لها تأثيرات إيجابية على النمو الخضرى والمحصول.

14-10-2. آليات حدوث المقاومة المستحثة:

14-10-2-1. تكوين الإنزيمات المسؤلة عن المقاومة: مثل - إنزيمات

Chitinases و glucanases - مسئولة عن تحلل مادتى الشيتين والجلوكان فى جدر خلايا الفطريات - وإنزيمات Pyroxidasas - المسئولة عن تكوين مادة اللجنين فى جدر الخلايا النباتية.

14-10-2-2. تكوين الفيتوألكسينات: مواد سامة للمسببات المرضية - تتكون فى النبات نتيجة الإصابة - لذا - لاتوجد فى النباتات السليمة. يختلف النبات المقاوم عن القابل للإصابة فى سرعة التكوين وكمية الفيتوأليكسينات المتكونة.

14-10-2-3. تكوين الفينولات: يحدد إتحاد الفينولات مع البروتينات دورها فى مدى قدرة النبات على مقاومة المسببات المرضية. تتكون مواد سامة للمسببات المرضية، إضافة إلى حرمان هذه المسببات من الإستفادة من الفطريات؛ كما تثبط إنزيمات الفسفرة مما يؤدى إلى حرمان المسببات المرضية من الطاقة. تدخل الفينولات فى تكوين اللجنين مما يصعب عملية غزو خلايا النبات. تحول المواد الفينولية بالأكسدة - أيضاً - الى كيتونات سامة للفطر.

14-10-2-4. تكوين اللجنين: ينحصر دور اللجنين فى زيادة مقاومة جدر الخلايا النباتية للإختراق من قِبل المسبب المرضى؛ إضافة إلى - إضعاف قدرة إنزيمات التحلل فى المسبب المرضى. تؤدى إلى لجننة هيفات الفطر عند إختراقها للعائل النباتى. تساعد فى تكوين البروتينات المسئولة عن المقاومة PR-Protein.

14-10-2-5. الإشارة Signal: يتكون فى النبات مواد تسمى - الإشارة Signal - مسؤلة عن تحفيز النبات لإنتاج مواد مضادة للمُمرضات - قد تكون على صورة شحنة كهربائية أو مُادة كيميائية أو حدوث جرح فى الخلية .

14-11. المكافحة الحيوية

ينضم تحت لواء المكافحة الحيوية عناصر المفترسات والمتطفلات ومسببات الأمراض. تلعب المكافحة الحيوية دوراً هاماً فى مكافحة الآفات؛ إلا أنة - فى بعض الحالات - يتزايد أعداد الطفيليات والمفترسات ببطىء شديد لايتناسب مع زيادة

أعداد الآفات مما يُحَبذ ضرورة التدخل لتحسين الوضع بإضافة كميات إضافية من الأعداء الحيوية عند بداية زيادة أعداد الآفات.

هناك العديد من التطبيقات الناجحة فى مجال المضادات الحيوية. يُستَخدَم فطر *Trichoderma* - على سبيل المثال - فى مكافحة العديد من الأمراض الفطرية - خاصة - المرض الكاسح Take all. تُستَخدَام - أيضا - مستخلصات الكمبوست أو راشح بكتريا التربة فى مكافحة العديد من الأمراض النباتية - مثل - أمراض البياض. يُستَخدَم فطر *Verticillium chlamydosporium* فى مكافحة نيماتودا الحويصلات؛ فى حين - تُستَخدَم بكتريا *Posteuria penetrans* فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور. حققت المكافحة الحيوية للآفات الحشرية والأكاروسات فى الزراعات المحمية نجاحات باهرة - خاصة - فى حالة أكاروس العنكبوت الأحمر والذبابة البيضاء بإستخدام بعض المفترسات التى تتوافر فى صورة تجارية. يكافح العنكبوت الأحمر - مثلا - بواسطة الأكاروس المفترس *Phytoseiulus persimilis*؛ فى حين - تكافح الذبابة البيضاء بواسطة أحد دبابير الكالسيدات Chalcid wasp المتطفلة. فى الحقول المفتوحة - تعتبر بكتريا *Bacillus thuringiensis* من أهم البدائل المتاحة لمكافحة الحشرات؛ إلا أن - المستحضرات التجارية لها - قد لاتكون فعالة على جميع أنواع الآفات الحشرية . كما قد يؤدى التوسع فى إستخدامها إلى ظهور سلالات مقاومة.

14-12. الرش بالمعادن والكيميائيات المسموح بها

يُستَخدَم فى الزراعة العضوية العديد من الكيميائيات الآمنة لمكافحة الآفات والأمراض. من أهم هذه الكيميائيات مركب Sodium tetrasilicate - الماء الزجاجى Waterglass - بالإضافة إلى بعض المركبات الأخرى التى يدخل فى تركيبها عنصر السيلكا. ترجع أهمية عنصر السيلكا إلى تواجده فى جدران الخلايا مما يؤدى إلى زيادة المقاومة الميكانيكية للنبات. يترتب عليها - مقاومة إختراق

خلايا النبات بواسطة الحشرات الثاقبة الماصة أو تحلل الخلايا بواسطة الإنزيمات. تتزايد كمية السيلكا بتقدم عمر النبات، وتعمل على تثبيط النمو وتشجيع النضج؛ لذا - تُستخدَم عادة فى موسم النمو. يمكن إستخدام معادن أخرى لمكافحة الأمراض النباتية – مثل – الكبريت والنحاس إلا أن هناك بعض المحاذير عند إستخدامهما – نظراً – لإحتمال تراكم عنصر النحاس فى التربة وزيادته عن المعدل المرغوب؛ كما قد يُسبب الكبريت بعض الأضرار للحشرات النافعة. يمكن – أيضاً – إستخدام برمنجنات البوتاسيوم على نطاق محدود كمادة مطهرة للفطريات. قد تستخدم بعض مستخلصات الطحالب البحرية لتكوين طبقة رقيقة عازلة بين سطح النبات والجو الخارجى فتقلل الإصابة المرضية أو تثبيط الجراثيم.

يُستَخدَم الصابون السائل، الزيوت المعدنية والزيوت المستخلصة من النباتات فى مكافحة العديد من الحشرات ذات الأجسام الدقيقة مثل المنّ، التربس والذبابة البيضاء. كما تُستَخدَم التربة الدياتومية التى تتكون أساسا من السليكا الناعمة الناتجة من تحلل الدياتومات عبر ملايين السنين – المطحونة طحنا دقيقا فى مكافحة حشرات التربة وآفات المخازن. قد تضر ببعض الحشرات النافعة.

14-13. مضادات النتح

مثل – الكاؤلين والبنتونيت. تكوِّن طبقة رقيقة غير محبة للماء فوق سطح النبات تعمل كطبقة عازلة بين الجو الخارجى والنبات وتؤدى إلى تقليل السطح المعرض للإصابة الى أقل حد ممكن. تعمل – أيضاً – على تقليل الماء الحر على سطح الأوراق وهو المطلوب لإنبات جراثيم المسببات الممرضة. من الإستخدامات الناجحة للكاؤلين – مكافحته لمرض الندوة المتأخرة فى البطاطس – نظراً – لحماية الأوراق من تأثير الصقيع حيث كان عامل لطرد الماء بعيدا عن الأوراق. عند رش الكاؤلين على النبات – يسمح بنفاذ الضوء وتبادل الغازات اللازمة لعملية التمثيل الضوئى؛ كما – يعكس حزم الأشعة الفوق بنفسجية وتحت الحمراء مما تؤدى إلى قتل

الممرضات. تقلل هذه الطبقة – فى نفس الوقت – من نتح الماء من أنسجة النبات؛ الأمر الذى يحسن من نموه ويزيد من إنتاجيته – خاصة – تحت ظروف المناطق الجافة والشبة جافة؛ حيث – يعمل على تحمل العطش نسبياً. تؤدى معاملة الثمار قبل الجمع أو التخزين إلى إحتفاظها بنضارتها وتقلل نسبة فقد الماء والكرمشة – كذلك – حمايتها من الإصابة – خاصة خلال فترات التخزين الطويل. الجدير بالذكر أن تكلفة الكاؤلين لاتتجاوز ثلث تكلفة أى مبيد كيميائى.

14-14. المكافحة الميكانيكية

تم تطوير العديد من الوسائل التى تُستَخدَم فى المكافحة الميكانيكية مثل حماية المزروعات من القواقع بواسطة الأسوار. كما يمكن إستخدام الشبَاك ذات الثقوب المناسبة لحماية المحاصيل الزراعية – حيث تؤدى تغطية المحاصيل بالشبَاك إلى زيادة تصل 50 % من المحصول – نظرا – لحماية المحصول من الآفات إضافة إلى خفض درجة الحرارة فى البيئة المحيطة بالنبات وتحسين مستوى الرطوبة حول المحصول. جرت محاولات عديدة – فى الولايات المتحدة الأمريكية – لتطوير آلة شفط عملاقة للتخلص من الحشرات الضارة . قام الباحثون فى ألمانيا الغربية بتطوير آلة يتم تركيبها على مقدمة الجرار، يمكن إستخدامها فى مكافحة خنافس كلورادو على البطاطس؛ تتكون من سلاسل متدلية بين الإطارات تعمل على هز أوراق النبات مما يؤدى الى تساقط الخنافس واليرقات فى حوض معدنى يشبة القارب مبطن بالمطاط مُعَد لذلك؛ ثم تُجمَع اليرقات ويتم إعدامها. بلغت نسبة نجاح هذه الطريقة حوالى 90 %. يمكن إستخدام المصائد بمختلف أنواعها بنجاح (راجع فصل 22).

نستخلص مما سبق أن طريقة مكافحة أى آفة أو مشكلة مرضية معينة ينبغى أن تَنبُع من بيئة مناسبة – تشمل ما يمكن إستخدامه من الطرق الآتية:

- إختيار المحاصيل والأصناف المناسبة للمنطقة.

- إعداد التربة للزراعة وتحديد مواعيد البدار أو الزراعة – كذلك مواعيد الحصاد.
- التسميد العضوى المناسب.
- دورة زراعية، ومخاليط الأنواع أو الأصناف ومسافات الزراعة.
- إستخدام أصناف مقاومة.
- إدارة البيئة النباتية وإستخدام السماد الأخضر وأنواع النباتات أو المحاصيل المرافقة.
- إستخدام المستخلصات النباتية والمعادن.
- مكافحة ميكانيكية مباشرة.

مع الأخذ فى الإعتبار – أن درجة نجاح المكافحة لآفة ما – تتوقف على مدى التداخل بين الطرق والعوامل المختلفة السابقة .

الفصل الخامس عشر

15 - طرق مكافحة بعض الآفات الهامة

15-1. الآفات الحشرية والحيوانية

15-1-1. آفات الخضر الحشرية:

حشرات حرشفية الأجنحة: تُسبب يرقات حشرات حرشفية الأجنحة ضرراً جسيماً للمجموع الخضرى للنباتات. تكافح يدويا بجمع اللطع واليرقات - وحيوياً بالعديد من المفترسات - مثل - حشرات أسد المنّ وأبو العيد - والطفيليات - مثل - *Trichogramma* وبكتريا *Bacillus thuringiensis*؛ كما - يمكن مكافحتها بإستخدام مستخلصات البيرثرم والدريس - وإن كان لها ضرراً على العديد من الحشرات النافعة.

الخنفساء البرغوثية: تُهاجِم نباتات العائلة الصليبية فى طور البادرة - خاصة - فى موسم الربيع الجاف. يتلاشى خطرها عند ظهور الورقة الحقيقية للنبات؛ لذا - يساعد الإعداد الجيد للتربة من حرث وتسميد على النمو السريع - للنباتات - وتخطى مرحلة الخطر. يمكن - أيضا - إستخدام حشائش العائلة الصليبية كمصائد للحشرة.

الديدان السلكية: تُشكِل الديدان السلكية خطراً كبيراً فى نظام الزراعة العضوية - خاصة - فى المحاصيل البستانية. تضع الحشرة البيض تحت سطح التربة - مُفَضلة المناطق المغطاة بالنجيل. يمكنها أن تضع البيض فى المناطق القاحلة. تتغذى الديدان على عدد كبير من العوائل النباتية مفضلة منطقة الجذور، أحيانا - السوق فوق سطح التربة مباشرة. تُشَكِل الإصابات - فى مرحلة البادرة - خطورة كبيرة، فتظهر الأعراض على صورة ذبول - مع ملاحظة وجود الديدان مجاورة للنباتات. محاصيل الكتان، الجزر الأبيض، البسلة، الفول والبرسيم الحجازى من المحاصيل المقاومة للإصابة؛ فى حين - المحاصيل النجيلية قابلة للإصابة. الشعير والقمح من أقل

النجيليات تضرراً. يصاب الشوفان والنجيل الحديث بشدة؛ كما – تصاب البطاطس بشدة قد تمنع زراعتها فى المناطق الموبوءة.

تقليب تربة النجيل وحراثتها وزراعتها – لمكافحة هذه الحشرة. عند تحويل أراضى النجيل إلى محاصيل تقليدية – تقل الأحجام الصغيرة من الديدان بدرجة كبيرة – فى حين لاتتأثر الأحجام الكبيرة – وإن كانت تتلاشى تدريجيا عند تعذيرها. يقلل تبوير التربة فى فصل الصيف مع التأكد من عدم وجود نجيل أو حشائش أخرى – وضع البيض، وإتلاف البيض الموضوع نتيجة الجفاف. من الطرق الناجحة فى مكافحة الديدان السلكية، زراعة الخردل مرتين فى نفس الموسم ثم قلبه فى التربة كسماد أخضر ثم زراعة محصول غير قابل للإصابة مثل بنجر السكر مع زراعة نباتات كمصائد نباتية بين الأسطر. يؤدى إعداد مشتل جيد للنباتات وتسميد عضوى جيد؛ إلى النمو السريع للنباتات . يعوض زيادة أعداد البذور المستخدمة فى الزراعة أى فقد يمكن أن يحدث، مع إضافة سماد عضوى سريع التحلل لتعويض أى فقد فى المجموع الجذرى.

الجمع الميكانيكى من أهم طرق المكافحة الفعالة لحشرة خنفساء بطاطس كلورادو فى المزراع العضوية. يمكن – أيضا – إستخدام المبيدات الميكروبية – مثل بكتريا *B. thuringiensis* والفطر *Beauveria bassiana*.

15-1-2. الآفات الحشرية لمحاصيل الحبوب والبقوليات:

من أهمها حشرة المَن. يؤدى خفض كمية النيتروجين وزيادة نشاط المفترسات – مثل حشرات أسد المنّ، ذبابة السرفس، الخنافس والعناكب – كذلك – الدبابير المتطفلة – إلى تقليل أعداد المنّ بدرجة كبيرة. تلعب – أيضا – جراثيم بعض أنواع الفطريات دوراً فى مكافحة المنّ. تبقى – هذه الجراثيم – كامنة فى التربة حتى تُصبح الظروف البيئية ملائمة. تبدأ الجراثيم – عند تلاقيها مع حشرات المنّ فى الإنبات وتغطى جسم الحشرة من الخارج ثم تنمو داخله. تنفجر الحشرات بعد موتها – نتيجة الإصابة – قاذفة بأعداد كبيرة من جراثيم الفطر فى الهواء.

بالرغم من أن لحشرة المنّ العديد من الأعداء الحيوية إلاّ أنها سريعة التوالد، كثيرة النسل. لاتستطيع مفترساتها التكاثر بنفس السرعة - يؤدى ذلك - إلى حدوث فجوة زمنية تستطيع فيها حشرات المنّ إلحاق الضرر بنباتات المحصول قبل أن تتغلب عليها الأعداء الحيوية.

15-1-3. آفات حبوب المخازن:

يمكن مكافحتها بإتباع بعض الطرق البسيطة مثل - إحتياطات النظافة، التخلص من الحبوب المصابة، التحكم فى درجة تهوية المخازن، المحافظة على درجة حرارة المخازن منخفضة - بإستخدام ثانى أكسيد الكربون (الثلج الجاف) وإستخدام المصائد الحشرية لمراقبة أعداد الحشرات.

15-1-4. الديدان الثعبانية:

تسبب نيماتودا الحويصلات مشاكل عديدة، يمكن التحكم فيها بإتباع دورات زراعية. تصاب البطاطس بنوعين من النيماتودا، يتم مكافحتهما بإتباع دورات زراعية طويلة مع إستخدام أصناف مُبكِرة النضج. يمكن - أيضا - تدعيم الدورة الزراعية بإستخدام التسميد الأخضر، زراعة أصناف مقاومة ومنع إنتشار التربة الملوثة. تُصيب نيماتودا حويصلات البنجر - كُلاً من بنجر السكر، بنجر العلف وبنجر المائدة. إتباع دورة زراعية - يتم فيها زراعة البنجر كل أربع سنوات - طريقة فعالة لمكافحة الديدان الثعبانية. تصاب الحبوب بنيماتودا الحويصلات - تكافح بإتباع دورة زراعية أو زراعة أصناف مقاومة. يصاب البرسيم بنيماتودا الساق الثعبانية. تكافح - أيضا - بإتباع دورة زراعية أو زراعة أصناف مقاومة.

15-1-5. البزاقات:

البزاقات من المشاكل التى تُقابل المزارعين سواء فى الزراعة التقليدية أو فى نظام الزراعة العضوية - خاصة - عند إتباع طرق التقليل من عملية الحرث بعد الزراعة أو الزراعة فى بقايا المحاصيل السابقة. البزاقات كائنات نشطة طوال العام

طالما كانت درجتى الحرارة والرطوبة النسبية مناسبة. تتوقف عن التغذية فى الجو الجاف جداً وعند تكوين الصقيع، حيث تنـزل إلى التربة وتختبئ فى البقايا النباتية؛ لذا – فإن أحد العناصر الرئيسية لمكافحة البزاقات حرمانها من مناطق الإختباء فى الظروف البيئية السيئة. بالتالى – فإن توفير مرقد متماسك للبذور يمنع البزاقات من إختراق التربة – فى حين – تعتبر التربة غير المتماسكة والمليئة بالكتل المتماسكة – خاصة فى الأراضى الثقيلة – مأوى لكمون وإستمرار البزاقات. من أكثر المحاصيل تضرراً بالبزاقات – البطاطس الشتوية، البسلة، المحاصيل الجذرية، الخضراوات ونباتات الزهور – خاصة – فى مرحلة البادرة. تثقب البزاقات البذور وتتلف المجموع الخضرى وتدمر البادرات. تزداد الأضرار فى المحاصيل المنزرعة فى الأراضى الثقيلة والسيئة الصرف – خاصة – عند زيادة نسبة المادة العضوية .

من أهم طرق المكافحة المستخدمة فى مكافحة البزاقات، الدورات الزراعية – مع ملاحظة – أن الضرر الذى يقع على محاصيل الحبوب يكون شديداً إذا سبقها فى الدورة محصول من محاصيل العائلة الصليبية – خاصة الشلجم – أو محاصيل الحبوب الأخرى أو البرسيم والبسلة. تندُر الإصابة عقب البطاطس أو بنجر السكر. تحرم الحراثة العميقة فى فترات الجفاف – صيفاً – كذلك – فترات الصقيع – شتاءاً – البزاقات من أماكن حمايتها بالتربة وتؤدى إلى تعريضها للجفاف أو الصقيع. تسبب بعض نُظُم الزراعة والشتل نمواً – سريعاً – يترتب عليه تجنب بعض الأضرار المحتملة.

محظور إستخدامَ – مبيدات البزاقات الكيميائية – فى الزراعات العضوية – نظراً – لخطورتها على حيوانات المزرعة والحياة البرية – مع إستثناء كبريتات النحاس وكبريتات الأمونيوم – بالرش المباشر على البزاقات عند وجودها على سطح التربة. يمكن إستخدام بعض المستخلصات النباتية الطاردة أو المانعة للتغذية. يمكن – أيضا – إستخدام بعض الطرق الأخرى – مثل – حاجز صناعى من الحديد أو البلاستيك لحماية البادرات الصغيرة ؛ كما – يمكن إستخدام أسلاك كهربائية. قد يحد الرى

المنفرد للنباتات مع ترك مسافات جافة بينها من حركة هذه البزاقات .

من المعروف أن البزاقات تهاجر إلى سطح التربة بعد إتمام عملية الحرث بوقت قصير وتتحرك للبحث عن الغذاء. لذا - يمكن إستخدام بعض الأطعمة مثل بعض أنواع السماد الأخضر - المكوّن من نباتات الخردل المقطعة وبعض بقايا المطابخ المطحونة أو جنين القمح لجذب الحشرات. تُجمَع ويُتَخَلص منها. يمكن - أيضا - إستخدام تخميرة البزاقات ذات الرائحة الكريهة - عن طريق صب ماء يغلى على مجموعة من البزاقات ثم تركها لمدة أسبوعين - لطرد البزاقات. يراعى عدم تلوث النباتات المنزرعة - بهذه الخميرة - لأسباب تتعلق بالصحة العامة.

15-2. طرق مكافحة بعض الأمراض النباتية

15-2-1. أمراض الحبوب:

لاتُشكِل أمراض الحبوب - عادة - مشكلة كبيرة فى نظام الزراعة العضوية - خاصة - مع إتباع دورات زراعية مناسبة ومعدلات تسميد نيتروجينى منخفضة. تزيد - زراعة الأصناف المقاومة ومخاليط الأصناف الموصى بها درجة المقاومة للأمراض. كما أن تجنب وجود بقايا خضراء للمحاصيل السابقة والحشائش فى الأرض حتى ميعاد زراعة المحصول الجديد - من العوامل المهمة لمنع أو تقليل الإصابة إلى أقل حد ممكن.

الزراعة المُبكِّرة فى موسم الخريف من أهم أسباب الإصابة بالأمراض وإنتشارها - خاصة - المرض الكاسح Take all ومرض الإرجوت Ergot؛ نظراً - لتواجد مصادر العدوى على الحشائش الموجودة بالتربة، مِن ثَم - تتعرض المحاصيل المنزرعة للإصابة. يمكن تحسين مقاومة النباتات بإستخدام الأسمدة الورقية والرش بمركبات السليكا التى تؤدى إلى زيادة مقاومة الأوراق لعملية الإختراق بواسطة الغزل الفطرى. كما يمكن إستخدام الكبريت فى أضيق الحدود، بالإضافة إلى إمكانية إستخدام مترشحات بكتريا التربة.

المرض الكاسح Take all: مرض عفن الجذور الأسود. تتلون الجذور – فى حالة الإصابة الشديد – باللون الأسود وتتقزم النباتات وتصبح السنابل شهباء اللون وفارغة. تتواجد الإصابة فى تجمعات كبيرة أو بقع صغيرة متفرقة. مشكلة المرض الكاسح – مشكلة دورة زراعية بالدرجة الأولى. تزداد المشكلة فى حالة التربة الجيرية وعند نقص النيتروجين – خاصة – فى الأراضى سيئة الصرف فى بداية الربيع. جميع سلالات الشوفان – فيما عدا سلالة واحدة – مقاومة للمرض. لاتوجد أصناف أو سلالات من القمح أو الشعير مقاومة له؛ لذا – تُركز الأبحاث فى مكافحة المرض بطريقة نقع التقاوى فى ماء ساخن للقضاء على ميسليوم الفطر مع مراعاة عدم تأثير هذه المعاملة على جنين الحبة.

مرض الإرجوت Ergot: يؤدى إلى تحول الحبوب الموجودة فى السنابل إلى أجسام حجرية فطرية ذات لون أسود أو بنفسجى داكن. تحتوى هذه الأجسام الحجرية على مواد قلوية سامة للإنسان. لاتوجد – حتى الآن – معاملة ناجحة للبذور؛ لذا – يجب العمل على التخلص من هذه الأجسام الحجرية عند تجهيز المحصول للإستهلاك الآدمى أو للبذور المعدة للزراعة. تحدد السوق الأوربية الحد الأقصى لتلوث حبوب الشوفان المعدة للإستهلاك الآدمى بالأجسام الحجرية بمعدل 0.5 جم / كيلو جرام حبوب شوفان.

15-2-2. أمراض البرسيم:

مرض عفن البرسيم والذبول الفيرتسيليومى *Verticillium* من أهم أمراض الأعلاف البقولية. يؤدى وجود دورة زراعية غير مناسبة إلى تفاقم المشكلة؛ حيث – يتزايد لقاح الذبول الفيرتسيليومى فى التربة بمرور الوقت – خاصة فى البرسيم الحجازى. تتفاقم – أيضاً – مشكلة عفن البرسيم عند زراعة البرسيم الأحمر عدة مرات فى الدورة الزراعية (أكثر من مرة خلال 5 – 6 سنوات). للتغلب على ذلك – يتم منع زراعة البرسيم الأحمر لمدة ثمانى سنوات على الأقل. يجب تجنب التسميد العضوى الزائد وعدم السماح لحيوانات المزرعة بالرعى فى الحقل خلال فصل

الخريف لتقليل المجموع الخضرى. يمكن زراعة أصناف أعلاف بقولية أخرى أقل قابلية للإصابة.

15-2-3. مرض اللفحة فى البطاطس:

من أهم الأمراض النباتية التى تؤثر على المَزَارع – التى تطبق نظام الزراعة العضوية – وإنتقال المرض من الدرنات المصابة ومن مخلفات المحصول – خاصة – تحت ظروف درجة الحرارة الدافئة والرطوبة النسبية المرتفعة؛ لذا – يجب حماية الدرنات بتغطيتها بالتربة مع ضرورة إزالة بقايا المجموع الخضرى قبل الحصاد أو تأجيل الحصاد لمدة أسبوعين على الأقل بعد موت المجموع الخضرى – أيضاً – فى حالة إتلاف المجموع الخضرى ميكانيكيا. كما يمكن إستخدام مخلوط بوردو والمركبات الأخرى المحتوية على عنصر النحاس. يُستخدم – أيضاً – طريقة الإنتاج المُبَكر للدرنات قبل الإصابة بالمرض – كذلك – إستخدام الأصناف المقاومة لمرض اللفحة. يراعى إستخدام تقاوى نظيفة. يمكن – أيضا – إستخدام بعض مستخلصات الكمبوست وبعض المستخلصات النباتية الأخرى مثل مستخلصات القراص اللاذع وحشائش البحر. قد يُفيد إستخدام مركبات السليكا مثل مركب الماء الزجاجى Waterglass. لغبار الصخور تأثيراً محدوداً. من المعاملات الفعالة – إستخدام مبيد فطريات مستخرج من الأعشاب يحتوى على الكبريت (كبريت حيوى) عند خلطه مع أكسى كلوريد النحاس. فيما يتعلق بطريقة الزراعة – تحديد الخطوط فى الحقول بحيث تكون فى نفس إتجاة الريح السائدة فى المنطقة مع زيادة المسافة بين الخطوط إلى 75 سم الرطوبة حول النباتات – يحد من إنتشار مرض اللفحة، مع مراعاة عدم الإسراف فى التسميد النيتروجين.

15-2-4. أمراض مابعد الحصاد:

يستخدم عدة طرق – مثل – التبريد والتطهير الحرارى والغازات وبعض المواد الطبيعية فى مكافحة أمراض الثمار والوقاية منها.

المعالجة والوقاية بالتبريد: تجرى على الفاكهة ذات النواة والعنب والكيوى والتفاح – بأكثر من إسلوب؛ بتبريدها فى ثلاجات لمدة لاتقل عن 10 أيام، أوتشميعها – بتعريضها إلى تيار من الهواء الجاف.

المعالجة بالتطهير الحرارى: تجرى على الفاكهة الإستوائية وشبه الإستوائية – مثل – المانجو والموالح والباباظ والأبصال. يستخدم تيار من الهواء الساخن المضغوط على درجة حرارة تتراوح بين 40 – 50 °م لمدة 10 دقائق (طريقة البسترة)؛ لقتل الميكروبات الخضرية أو الساكنة المتواجدة على سطح الثمار. إستخدامها محدود – نظراً لبعض الأضرار الفسيولوجية التى قد تحدث للثمار.

المعالجة بإستخدام الغازات: تعامل ثمار التفاح والكمثرى وبعض محاصيل الخضر بغاز الأوزون المتحصل عليه من التحليل الكهربائى للماء المتأين. يهيىء غاز الأوزون ظروف غير ملائمة لإنبات جراثيم الفطريات والبكتريا المتواجدة على الثمار والخضروات المعاملة؛ مما – يؤدى إلى خفض نسبة الإصابة بها – يتوقف ذلك – على مدة التعرض للغاز. غاز الأوزون من الغازات الآمنة على صحة الأنسان وغير ضار بالبيئة. يستخدم – أيضاً – غاز الكلورين Chlorin gas ناتج من التحليل الكهربائى لمحاليل بعض الأملاح؛ مثل – محلول ملح كلوريد الصوديوم. يستخدم غاز الكلورين مذاباً فى الماء بمعدل حوالى 60 جزء فى المليون على درجة حموضة 7,0. يقتل الغاز الجراثيم الخضرية للفطريات والبكتريا المتواجدة على سطح الثمار فقط. ليس له تأثير جهازى داخل أنسجة الثمار المعاملة – خاصة – الجراثيم الموجودة أسفل غلاف الثمار المصابة والتى تتكشف بعد فترة من الحفظ والتخزين. يستخدم – أيضاً – بخار حامض الخليك لمكافحة المسببات ألمرضية التى تصيب الحبوب والبذور أثناء التخزين.

إستخدام بعض المواد الطبيعية: مثل معاملة ثمار الفاكهة المعدة للتصدير بمادة الكيتوزان Chitosan. تستخلص من مادة Chitin – المتوافرة فى هيكل القشريات وبعض الأملاح العضوية للصوديوم والبوتاسيوم. توفر هذه المواد الحماية ضد

أمراض مابعد الحصاد. تستخدم – أيضاً – بعض المستخلصات النباتية والزيوت العطرية فى مكافحة أمراض أعفان الثمار – مثل – زيوت الموالح والنعناع والكافور وغيرها.

الفصل السادس عشر
16 - المكافحة البيئية للحشائش
Environmental Control of weeds

16-1. مقدمة

الحشائش – نباتات تتداخل مع الأنشطة الزراعية تُسبب ضرراً جسيما؛ قد يتطفل بعضها على نباتات المحاصيل مثل حشيشة Witchweed التي تصيب السورجم والذرة فى أفريقيا والهند وأجزاء من الولايات المتحدة الأمريكية. البعض الآخر – سام مثل حشيشة Ragwort فى المراعى والتى عادة ما يتم تجنبها عند الرعى، قد تتواجد فى كل من الدريس أو السيلاج. قد تظهر – أيضاً – مشكلة عدم إستساغة بعض الحشائش أو تكون قليلة القيمة الغذائية أو قد تؤدى إلى فساد المنتجات الحيوانية حتى وإن كانت غير سامة.

تتنافس الحشائش مع المحاصيل على المكان، الضوء، الماء والغذاء. يتوقف مدى تنافس أى نوع من الحشائش على المحصول النامى؛ ففى العديد من الحالات تكون المحاصيل النامية أكثر نشاطاً من الحشائش. نجد فى حالات أخرى – مثل الشوفان البرى – أن طبيعة نمو الحشيشة يكون موازياً لنمو المحصول؛ لذا – فإن التنافس بينهما يكون شديداً جداً؛ كما – قد تكون الحشائش عائلاً لبعض الآفات والأمراض – تؤثر على المحصول أثناء النمو وحتى مرحلة ماقبل الحصاد (جدول 16 – 1). قد تسبب بعض أنواع الحشائش – مثل عصا الراعى Knotgrass – بعض المشاكل للآلآت الزراعية عند الحصاد. قد تتاثر – أيضاً – قيمة المحصول بشدة إذا وُجِدَت فيه بذور الحشائش بأى كمية؛ كما – قد تُصبِح العمليات الزراعية – مثل عملية الحرث – أكثر صعوبة فى وجود الحشائش.

المظاهر السلبية للحشائش معروفة جيداً؛ لكن – الذى قد يخفى عنّا هى المظاهر الإيجابية والنافعة. تقوم الحشائش بعمل غطاء واقٍ للتربة يحفظ الأرض من عمليات

التعرية – خاصة – بعد حصاد المحاصيل الحقلية وتحت المحاصيل الدائمة. يعطى التوازن الفردى للحشائش – أيضا – ظروفاً بيئية دقيقة وقياسية. كما – تساعد أنشطة جذور الحشائش على تحسين التركيب الكيميائى والنشاط الحيوى للتربة. يمكن أن تكون الحشائش مفيدة كسماد أخضر.

جدول (16-1): أمثلة للحشائش التى تعمل كعوائل لبعض الآفات والأمراض التى تصيب نباتات المحاصيل.

نوع المسبب المرضى أو الآفة	الحشائش	المحصول
حشرات		
منّ البقول الأسود	الدجاجة السمينة Fat hen بقوليات عديدة	الفول الرومى والحقلى
نيماتودا		
نيماتودا التكيس للساق والأبصال	العديد من الحشائش	العديد من المحاصيل
فطريات		
المرض الكاسح Take – all	كرسفيرا Cruciferae	الصليبيات
إرجوت Ergot	الحشيشة السوداء Blackgrass	الراى Rye
تشوه الجذر Clubroot	كوتش Couch	الحبوب
فيروسات		
موزيك الخيار Cucumber mosaic	حشيشة Chick weed	التوت الأفرنجى، الفراولة، الزبيب الأحمر
التبقع الحلقى للتوت الافرنجى Raspberry ringspor	حشيشة Creeping thistle	

المصدر : Hill, 1977

تُنتج الحشائش كيميائيات عديدة لها تأثير نافع على نباتات المحاصيل. تنتج حشيشة Corncockle – مثلا – مادة Agrostemmin – تزيد محصول القمح والمحتوى من الجلوتين (Gluten Gajic and Nikeocevic,1973). العديد من هذه الكيميائيات مفيداً – أيضاً – فى مجال صناعة الأدوية والعلاج بالأعشاب.

تعتبر الحشائش مصدراً هاماً لغذاء الكثير من الحشرات. بالرغم من أن بعض – هذه الحشرات – تعتبر من الآفات إلا أن البعض الآخر مفيد كالمفترسات والمتطفلات – التى تقوم بدور هام فى مجال المكافحة الحيوية للآفات؛ بالتالى – تساعد على الحد من تعداد هذه الآفات (Altieri and Letaurnedu,1982). فى الحقيقة – تعنى الإزالة الكاملة للحشائش من المحصول أن الحشرات ليس أمامها سوى مهاجمة نباتات المحصول؛ لذا – قد يُنصح فى حالات معينة بترك خطوط من الحشائش بين خطوط نباتات المحصول لحل مشكلة الآفات. من أمثلة ذلك – يُحسِّن وجود حشيشة Rye grass وبعض الحشائش الأخرى تحت محاصيل الحبوب ظروف الحشرات النافعة مثل – أبو العيد – فى مكافحة حشرة المنّ؛ كما – تعتمد الطيور وأبو دقيقات على الكثير من الحشرات المتواجدة على الحشائش فى تغذيتها.

تأثرت الحشائش الشائعة مثل Pernel، Cornflower و Corncockle – نتيجة التغير فى العمليات الزراعية – وأصبحت نادرة الوجود ومهددة بالإنقراض؛ فى نفس الوقت – أصبحت حشائش نجيلية أخرى – مثل النجيل الأسود Blackgrass – مشكلة رئيسية حيث تسبب تأثيراً معنوياً على مدى إنتشار وتنوع الزهور البرية وحياة الحيوانات فى بريطانيا.

يمكن أن يدل وجود الأنواع الفردية ومستعمرات الحشائش على وجود مشاكل مع تركيب التربة أو التغذية وتعطى صورة عن البيئة التى تلائمت معها الحشائش؛ وإن كانت قدرة الحشائش للعمل كدليل فى هذه الحالة – محدودة – مقارنة بالمدى الذى تعكسه العمليات الزراعية أكثر من ظروف التربة. تقلل – مثلاً – إستخدام الأسمدة والجير الحشائش التى تأقلمت على ظروف الجدب أو الحموضة الشديدة والقلوية الشديدة.

16-2. بيئة وتنافس الحشائش
Ecology and competation of weeds

تمثل الأنشطة الزراعية والأرض المنزرعة بالمحاصيل – على وجه الخصوص – نظاماً بيئياً طبيعياً مُثار – نتيجة تكرار عمليات الزراعة. هناك نباتات معينة – تكون أكثر تكراراً مثل الحشائش؛ لأن عملياتها الفسيولوجية وسلوكها يكون أكثر ملائمة لإعادة التكوين فى الأرض البور، مقارنة بنباتات المحاصيل. حيث أن التنوع الوراثى للحشائش قادر على الأقلمة مع الظروف البيئية المعاكسة الطبيعية أو التى من صُنع الإنسان. تؤثر أنواع الحشائش فى التربة غير المحروثة فى البيئة وتتسبب فى حدوث تغيرات مستمرة. الحشائش الأكثر نجاحاً – هى التى تتأقلم جيداً مع دورة حياة نباتات المحصول والعمليات الزراعية.

تتداخل الحشائش مع المحاصيل بالتنافس على عوامل النمو – مثل – الضوء، المكان، الماء، الهواء وغذاء النبات. يميل النمو الحيوى الكلى Total biomass – الناتج من تداخل كل من المحصول والحشائش – إلى الثبات النسبى؛ لذا – يعنى وجود الحشائش – عادة – أن هناك تنافساً يُحدث نقص فى المحصول. مع ذلك – يرتبط هذا إرتباطاً وثيقاً مع دورة حياة المحصول، ويكون التاثير الأكثر شدة واضحاً فى المراحل الأولى لنمو نباتات المحصول. حيث لاتؤدى الحشائش التى تنبت بذورها بعد مرور ثُلث دورة حياة النبات المحصولى – غالباً – إلى نقص المحصول.

الضوء – العاملُ الأكثر أهمية فى تنافس الحشيشة وإن إرتبط ذلك بشدة بمساحة ورقة النبات؛ لذا – تُسبب الحشائش ذات الأوراق العريضة نقصا فى المحصول أكثر من الحشائش النجيلية. ترتبط – عوامل التربة – رطوبة وغذاء – إلى حد كبير – مع حجم التربة التى تحتلها الجذور ومعدل إمتصاص الماء؛ لأن النتروجين يكون متحركاً نسبياً فى محلول التربة. التنافس على النتروجين – أكثر أهمية من كل من البوتاسيوم والفسفور. تستهلك الحشائش كميات كبيرة من النتروجين – عند إضافته

- أكثر مما تأخذ نباتات المحاصيل. مع هذا - نادراً مايحكم التنافس عامل نمو فردى، بل مجموعة من العوامل تحدد إنتشار وتأثير الحشائش.

تتأثر مجتمعات الحشائش - خليط من أنواع مختلفة - مبدئيا بعوامل الجو، تفاعلات وخصائص التربة والتأثيرات المُعدلة لها - مثل العزيق، الحصاد والرى. يرتبط تأقلم حشائش معينة - مثل حشائش الحقل المتسلقة Field binweed وشوك الجمل الزاحف Creeping thistle - إلى حد كبير - بمدى نجاحها كحشائش.

يتغير إنتشار الحشائش فى المزرعة أو الحقل - أيضا - نتيجة دخول أنواع جديدة من الخارج ونتيجة التبادل الفسيولوجى بين الأنواع أو نتيجة للعمليات الإنتاجية. لهذه العمليات الإنتاجية تأثيراً هاماً على تعداد الحشائش. تغزو المحاصيل المنزرعة حشائش حولية وبعض الحشائش المستديمة - خاصة - تلك التى لها دورة حياة مشابهه للمحصول النامى، بينما تغزو الزراعة المستديمة مثل البساتين حشائش ذات دورة حياة قصيرة - مثل Groundseg وحشيشة القريصى الصغرى Small mettle؛ أما فى المراعى - فإن الأنواع المعَمِرة هى المنتشرة. قد تتأثر الحشائش الموجودة بالمرتفعات الخضراء.

تحد بعض العمليات الزراعية من إنتشار الحشائش؛ وقد تزيدها البعض الآخر. يؤثر فى معدل الإنتشار - عمليات تسميد المحصول، تقليل عمليات العزيق، عدم نظافة الحقول، الإنتشار الواسع لإستخدام آلة الحصاد Combine، وإستخدام مبيدات الحشائش فى مكافحة الحشائش المقاومة لها - مثل حشيشة النجيل الأسود Blackgrass المقاومة لمبيد Triazine.

من أهم أسباب مشكلات مكافحة الحشائش - وجود بعض الأنواع القليلة التى تتميز بالسيادة ضمن مجموعات الحشائش. يتسبب إزالة هذه الأنواع السائدة فى إحداث خلل فى نظام "الحشائش - المحصول" أكثر منه عند إزالة الأنواع غير السائدة؛ مع إحتمال كبير فى أنه يحل محل الأنواع السائدة أنواع أخرى بسرعة؛ مع ذلك - فعادة ما يكون هناك حد أعلى معين لكثافة الحشيشة يتسبب فى حدوث

المنافسة مع المحصول والحشائش الأخرى بالإضافة إلى وجود التوكسينات Toxins والعوامل الأخرى المسببه لموتها والتى تشمل العمليات الزراعية.

16-3. أهم طرق المكافحة البيئية للحشائش

16-3-1. عوامل زراعية Husbandry practices:

16-3-1-1. ظروف التربة Soil conditions: تعطى متطلبات الحشائش الضرورية لظروف التربة الصالحة للنمو – مؤشراً لطرق المكافحة الممكنة. يحتاج شوك الجمل الزاحف Creeping thistles – مثلا – إلى ماء كاف للنمو. كما توفر سهولة الحصول على ماء التربة أو العمق والتهوية الجيدة والتربة الصحية الصالحة للزراعة – المتطلبات اللازمة من الرطوبة. تزدهر حشائش الحقل المتسلقة Field bindweed فى التربة الثقيلة الغنية بالمواد الغذائية، كما – أنها تحتاج إلى كمية كبيرة من الضوء. يحتاج شوك الجمل المعمر Perennial sow-thistle إلى تربة ثقيلة، كثيفة، رطبة وباردة، أو تربة خفيفة ذات مستوى ماء مرتفع. يشير ذلك – إلى تلف تركيب التربة. تفضل حشيشة ذيل الحصان Horsetail – تربة جيدة التهوية مفككة ومصدر ماء عميق (تتطور عنده الريزومات). أما حشيشة القزازة Chickweed – فتزدهر فى ظروف التربة الجيدة والمحتوى المائى الجيد، ومصدر تغذية وتهوية فى الطبقات العليا على الأقل. لاتندرج حشيشة الساطور Cleavers تحت إصطلاح مناخى معين – لكنها – تُفَضِل تربة جيدة وإمداد جيد للرطوبة؛ كما – تزدهر فى التربة الطينية الغنية جيدة التهوية. إيقاف الظَروف الملائمة لنمو الحشائش له أهمية فى عملية المكافحة، بالرغم من أن هذه الظروف تكون – أيضا – ضرورية لنجاح نمو المحصول. تكافح حشائش Annual knawel، Corn spurrey و Corn chamomile – تُستَخدَم كمؤشرات للحامضية Typical acid indicators – بإضافة الجير. يمكن – أيضاً – إزالة ظروف التماسك والرطوبة من تحت التربة والتى تسمح لحشائش معينة بالنمو فى طبقة الحرث. يتم إيقاف الحشائش المعمرة فى وقت

لايسبب حدوث تكاثر خضرى إضافى. تُشَجِع التهوية الحيوية للتربة Biological soil aeration الإختراق العميق للجذور بإستخدام محاصيل مثل البرسيم الحجازى Lucerne - يعتبر إختياراً مناسباً. قد يساعد الصرف فى مكافحة الحشائش التى تتطلب مياه مثل حشائش Rushes، ذيل الحصان Horsetail وقدم المُهر Colt's foot. يمكن تحوير بيئة الحشائش لتشجيع الهدم البيولوجى لبنك البذور من خلال زيادة النشاط الحيوى فى التربة.

16-3-1-2. دورة زراعيةRotations : بعد إستعراض خيار تحسين ظروف التربة - فإن الخيار التالى الأكثر أهمية فى مكافحة الحشائش فى النظام العضوى هو الدورة الزراعية. تُتيح الدورات الزراعية المتعددة مايلى:

- التبادل بين المحاصيل النامية فى الخريف والربيع (والحشائش المتوقعة المكملة).
- التبادل بين المحاصيل الحولية والمعمرة (مثل الحبوب و leys).
- التبادل بين المحاصيل الكثيفة التى تُظلل الحشائش مثل (فول الحقل أو الراى Rye) والمحاصيل المفتوحة مثل الذرة التى تشجع الحشائش.
- يساعد نوع الزراعة والحش أو التطويش (خاصة فى نطاق المحاصيل التقليدية والمحاصيل المعمرة طويلة الأمد Leys والتسميد الأخضر) - فى منع تأقلم بعض أنواع الحشائش - مثل الشوفان البلدى Wild oats والنجيل الأسود Black grass ومنعها من أن تُصبح سائدة.

16-3-1-3. عمليات الزراعة والبذر Cultivations and sowing practices:
تمثل التوقيت المناسب لعملية الزراعة - المرحلة التالية لمكافحة الحشائش فى النظام العضوى؛ بدفن بذور الحشائش وموتها أو إخراجها على السطح وتشجيعها على الإنبات ثم التعامل معها. من الأمور الأكثر أهمية - السماح بوقت كاف خلال الزراعة الناجحة لإنبات بذور الحشائش لتقليل مخزون بنك البذور. هناك طرق مختلفة للمكافحة الوقائية للحشائش مبنية على هذه الخاصية.

التبوير الكامل – طريقة تقليدية لمكافحة الحشائش. يقابل هذه الطريقة صعوبات مالية نتيجة ترك المزرعة خالية من الإنتاج لموسم كامل؛ بالإضافة إلى – التاثيرات التى تحدث على التربة والبيئة – عادة – ماتكون غير مرغوب فيها. قد يكون لتبوير الأرض لفترة من موسم النمو – كالتبوير الكاذب – ميزة، كما – أنه أقل تكلفة. يُستَخدَم التبوير الكاذب للتأثير على النجيل بعد حصاد القمح الشتوى ثم الحرث مرتين والتزحيف مرتين. تنفذ هذه العمليات خلال فترة تسمح لجذور الحشائش الموجودة فى الطبقة العليا بالإنبات؛ ثم يتم حرث الحقل وتجهز مراقد البذور؛ كما – يمكن إستخدام مراقد بذور كاذبة على الحشائش المنبثقة والتى يمكن أن يؤثر عليها؛ كما – أن السماح بوقت كاف بين عمل مرقد البذور وزراعة المحصول – له أهمية عظيمة فى إيقاف الحشائش خلال عمليات الزراعة والتزحيف. هذا الإتجاه – مناسب فى الصيف عندما لاتكون هناك حركة للماء إلى أسفل.

لعمليات الحرث العميقة تأثيراً عكسياً، حيث يتم دفن البذور التى لها فترة حياة قصيرة فى بنك البذور. تُفيد – أيضاً – عملية الزراعة المتأخرة للمحاصيل ذات النمو البطىء مثل الذرة (لتشجيعها على النمو السريع عندما تكون درجة حرارة التربة دافئة) – لتجنب إنبثاق الحشائش عبر خطوط المحصول. يُفيد إستخدام المعدلات العالية من بذر البذور أو مسافات الزراعة الضيقة – ليس فقط – للتظليل على الحشائش؛ لكن – أيضا – للسماح بإستخدام المعدات اليدوية مثل الفأس فى المراحل الأخيرة. يمكن – أيضاً – إستخدام الخطوط الضيقة مع السماح بفراغات كافية لإستخدام الآلاتِ. يمكن زراعة الحبوب الشتوية – التى تلى محاصيل الخطوط دون حرث لمكافحة الحشائش خلال موسم النمو لأنها لاتؤدى إلى جلب بذور الحشائش إلى السطح.

16-3-1-4. زيادة التنافس المحصولى Increasing the competitiveness of the crop: يمكن زيادة التنافس المحصولى بإستخدام خليط من العمليات الزراعية. يساعد – أيضاً – التسميد المتوازن بإستخدام السماد العضوى على تنبيه القدرة

التنافسية للمحصول. يمكن التحكم فى البداية المُبَكِرة للمحصول بواسطة مرحلة ماقبل الإنبات وتفريخ النباتات والشتل أو بواسطة إستخدام طرق ماقبل التخطيط وقبل الإنبات مثل مراقد البذور، التزحيف الأعمى وتهيج الحشائش. نوع المحصول - خاصة - فى أماكن النمو له - أيضا - أهميته؛ فأصناف الحبوب القصيرة العيدان أقل من الأصناف الطويلة فى تظليل الحشائش. بالمثل - تسمح النباتات التى تنمو منتصبة بوصول الضوء إلى الحشائش عن تلك التى تنمو منبطحة. كذلك - ربما يكون لخلط الأنواع التى لها طبيعة مختلفة مثل البطيخ لسان الجمل Plantains (Obiefuna,1989) - تأثيراً فعالاً فى مكافحة الحشائش.

طرق أخرى: زيادة كمية البذور - بمعدل 10 % - يزيد من كثافة المحصول. إستخدام خليط من الحبوب والبقوليات والمحاصيل المفتوحة أو أنواع أخرى مناسبة قد يساعد على إيقاف الحشائش (Werner,1988)؛ كما يزيد التسميد الأخضر - فى الدورة الزراعية - من ضغط التنافس على الحشائش فتُشَجِع إنباتها قبل المحصول الرئيسى يمكن - خلال ذلك - حشها أو تقليعها. يمكن - أحيانا - إستخدام أنواعاً متشابهة (مثل الخردل Mustard). لكن - من المفضل - عادة - إستخدام أنواعاً أخرى. هناك حالات أخرى لكنها أقل تأثيراً، منها - أن يكون التأثير راجعاً لخاصية Allelopathic لمحاصيل معينة تشجع منافسة النباتات.

16-3-1-5. مكافحة إنتشار بذور الحشائش Controlling the spread of weed seeds : يرتبط إنتشار الحشائش حول وبين المزراع - إلى حد كبير - بعملية النقل وإستخدام بذور المحصول والسماد وفرشة وغذاء المواشى - بالإضافة - إلى توزيعها عن طريق الآلآت وداخل البذور فى آلة الحصاد. يتعامل مع هذه المشكلة - بإتخاذ إجراءات وقائية مهمة جداً - خاصة - حين ينتج من عمليات المكافحة الأخرى حقلاً نظيفاً نسبيا. تُنتج بذور المحاصيل الملوثة مشكلة حشائش فورية مثل - مشكلة حشيشة الحميض Docks التى أصبحت مشكلة قائمة؛ لذا - من الضرورى - عمل تنظيف ميكانيكى للجرن والتأكد من جودة

البذور المشتراة وخلوها من بذور الحشائش. يمكن – بإجراءات قليلة – منع تغذية المواشى على البذور فى الدريس أو إستخدام قش ملوث للفرشة. يمكن – أيضا – عن طريق التداول الملائم للسماد والمخلفات تقليل أعداد بذور الحشائش الحية وتشجيع كل من الإنبات فى الطبقات السطحية و تحطيم البذور داخل الكومة بالحرارة وبفعل الكائنات الدقيقة. تؤدى عملية تهوية المخلفات إلى زيادة الحرارة – تقلل بدورها من حيوية بذور الحشائش.

يُفضَل منع تلوث المحصول بحش وتطويش الحشائش – لمنع تكوين البذور – بواسطة العمليات الزراعية أو تجنب غزو الحشائش من المصدر؛ لكن – خطورة الغزو بالأنواع الرئيسية من الحشائش – غالبا – ما يكون خارج التقدير حيث تُفاجِئنا العديد من الأنواع غير النمطية – خاصة الحشائش المُعَمِرة – مثل شوك الجمل الزاحف Creeping thistels والحميض Docks – بمشكلة شديدة الخطورة.

16-3-1-6. مكافحة بيولوجية Biological control of weeds: أصبحت المكافحة البيولوجية للحشائش – بإستخدام المتطفلات ومسببات الأمراض – محل تفكير العلماء فى جميع أنحاء العالم. قَسَّم (Wapshere,*et.al.*,1989) طرق المكافحة الحيوية للحشائش إلى:

- طريقة تقليدية أو طريقة التلقيح – مبنية على إدخال عدو طبيعى غريب متخصص يتأقلم مع الحشائش الغريبة.
- طريقة الزيادة أو الفيضان – مبنية على أساس الإنتاج المكثف للأعداء المحلية وإطلاقها ضد الحشائش المحلية.
- طريقة المحافظة – مبنية على أساس تقليل أعداد الطفيليات، المفترسات والأمراض المحلية – أعداء الحشائش المحلية.
- طريقة المجال العريض – مبنية على أساس المعالجة الإصطناعية لتعداد الأعداء الطبيعية – لكى يصبح هجومها على الحشائش محدد لإنجاز مستوى مقبول من المكافحة.

قد تكون هذه الطرق – في بعض الحالات – ميسرة – لإستخدام المزراعين. من أهم الأمثلة فى بريطانيا – إستخدام يرقات فراشات جنوب أفريقيا لمكافحة السرخسيات Bracken – التى يصعُب مكافحتها بالطرق الأخرى. فى أستراليا – يتم تنفيذ برنامج لمكافحة حشيشة *Echium plantogineum* – تنتشر على نطاق واسع – بإستخدام فراشة صانعة الأنفاق المستوردة من فرنسا. فى الولايات المتحدة الأمريكية – توصل العلماء إلى إستخدام الذباب والخنافس المستوردة من أوربا فى مكافحة شوك الجمل Thistle (*Cardous nutanus*). هناك – أيضا – بعض الطرق البحثية التى تهدف إلى إدخال بعض الفطريات والبكتريا بالهندسة الوراثية (Mycoherbicides) فى المكافحة المتخصصة لبعض الحشائش.

2-3-16. مكافحة ميكانيكية وتدخل حرارى:

يجب الإقتراب من المكافحة غير الكيميائية للحشائش من منظور شمولى. تلعب الدورة الزراعية، تجهيز مراقد البذور، إدارة التسميد، التسميد الأخضر. إختيار الأنواع ومعدلات البذور – دوراً هاماً جداً فى الإستراتيجية الكلية لمكافحة الحشائش. يتم التدخل المباشر فى المحصول النامى – كخطوة أخيرة فى عملية المكافحة؛ فى حين – يرتبط الإقتراب الميكانيكى والحرارى للتدخل المباشر فى مكافحة الحشائش – بالنظر إلى المجاميع الرئيسية للمحاصيل ومشاكل الحشائش الخاصة.

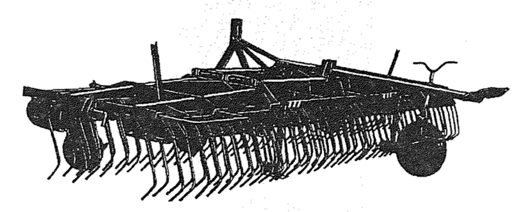
هناك بعض الجوانب العامة – يجب النظر إليها – أولاً : بالرغم من إعتماد العمليات العديدة مثل التزحيف على الخبرة التقليدية، إلا أن هناك آلآت لمكافحة الحشائش ذات مميزات حديثة. بالرغم من إرتفاع ثمن هذه الآلآت – يتراوح بين 2000 إلى 5000 دولار – إلا أنها لاتُسبب أى زيادة فى التكاليف مقارنة بإستخدام المبيدات – وتزيد كفاءتها – عادة – عن الآلات التقليدية – مثل – زحافة السلاسل. ثانيا : هناك تأثيرات أخرى ترتبط بمكافحة الحشائش – تساعد فى تشجيع نمو المحصول. تساعد عملية الزراعة – على تهوية التربة، تُسَهل عملية إختراق الجذور، وزيادة معدلات إنطلاق التغذية وقدرة النبات تكون مؤثرة. تزيد الزراعة

الربيعية - أيضا - من معدل جفاف سطح التربة. لايجب أن نغفل أن هناك عيوباً لهذا الاقتراب؛ حيث يعتمد دور الزراعة فى مكافحة الحشائش على الظروف الجوية إلى حد كبير ويكون الوقت حاسماً. قد يؤدى العمل الإضافى ومتطلبات إستخدام الآلة - إلى الوصول إلى عنق الزجاجة فى أوقات معينة من السنة. ليس من السهل - إستخدام الميكنة على المنحنيات أو فى التربة الحجرية وتحت الظروف الأخرى غير المناسبة. يؤدى زيادة عدد العمليات الزراعية إلى إستخدام كميات كبيرة من الطاقة، تسبب تماسك التربة وإحتمالات مشاكل تعريتها؛ لذا - من الأهمية الإقتراب المباشر والموازنة بين كل من المميزات والعيوب.

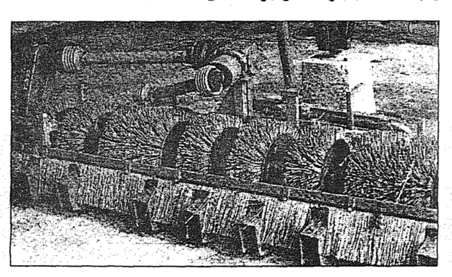
16-3-2-1. مكافحة ميكانيكية Mechanical Control: يُستَخدَم - فى المكافحة الميكانيكية للحشائش - آلآت يدوية للمساحات الصغيرة والحدائق - وآلآت ميكانيكية - للمساحات الكبيرة والحقول المفتوحة. إستخدام الآلآت الحديثة أكثر كُلفة من إستخدام مبيدات الحشائش التقليدية - إلا أنها تُفضَل عليها - لكفاءتها العالية؛ فبالإضافة إلى أن للمكافحة المباشرة - التى تقوم بها هذه الآلآت - تأثيرات تساعد فى مكافحة الحشائش بطريقة غير مباشرة عن طريق المساعدة فى تشجيع نمو المحصول. التزحيف الأعمى - إحدى طرق المكافحة الميكانيكية؛ تُستَخدَم فيه الزحافة المزودة بالسلاسل والخطاطيف أو الشوكة الزنبركية (شكل 16 - 1). الوقت المثالى لإجرائه قبل 24 ساعة من إمكانية رؤية المحصول (يسبق عملية الإنبات مباشرة). قد يترتب على إتمام عملية التزحيف الأعمى - فى الوقت الخاطئ - أضراراً جسيمة.

طرق التزحيف - فعالة ضد الحشائش غير تامة النضج. العزيق أحد الطرق الفعالة تتم - إما يدوياً أو بواسطة العزاقات الميكانيكية التى تحمل فؤوس على مسافات مناسبة تسمح بعمل الآلة بين خطوط المحصول. ينصح فى حالة إستخدامها - زيادة معدل البذور بنسبة 10 % لتعويض التلف الميكانيكى المتوقع حدوثه. من الآلات الحديثة نسبيا - فى مجال المكافحة الميكانيكية للحشائش - آلة فرشاة

الحشائش Brush weeds شكل (16 - 2). تتكون من فُـرَش إسطوانية دوارة مرنة شديدة الصلابة - مركبة على عمود عرضى؛ يعمل على عمق 5 سم مـن التربـة. تكنس هذه الآلة الحشائش كاملة بجذورها وتقذفها إلى الخلف نحـو سـتارة مرنـة تتحمل الصدمات، فيتعرض ما تبقى من الحشائش فى الحقل للجفاف نتيجـة إتـلاف أجزائه الخضرية. يتم عن طريق التركيز على الحشائش التى تتداخل مباشـرة مـع المحصول؛ أما الحشائش الأخرى - تُترك كروابط بين الخطوط، ويمكن تقليعها فـى الوقت المناسب لإستخدامها كسماد أخضر.



شكل (16 ـ 1): زحافة زنبركية Rabewerk Hackstriegel.



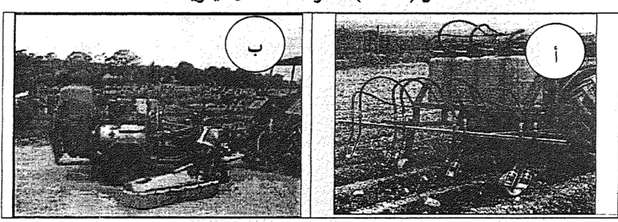
شكل (16–2): فرشاة الحشائش.

16-3-2-2. حـرق الحشـائش: بالرغم مـن أن مكافحـة الحشـائش بـين الخطوط - أسهل نسبياً بإستخدام الآلات المتوفرة حاليا - إلا أن - هناك مشـاكل

هامة فى المكافحة بين الخطوط – قد يكون العزيق العمودى أو إقتلاع الحشائش فى العديد من محاصيل الخضر والمحاصيل الجذرية الحل الوحيد؛ يستدعى هذا الإتجاة تكاليف عمالة مرتفع. تم تطوير طرق جديدة لمكافحة الحشائش أكثرها أهمية حارقة الحشائش الحقلية اليدوية التى تستخدم فى معالجة المساحات الصغيرة (شكل 16-3)؛ والحارقات المجرورة بالجرار الزراعى (شكل 16-4).



شكل (16-3): حارقة الحشائش اليدوية.



شكل (16-4): حارقات الحشائش المجرورة أ – تعمل بالغاز، ب – تعمل بالوقود السائل.

حرق الحشائش – غالباً – عملية ضرورية لخطوط المحاصيل بطيئة النمو، قد تبدو – كملاذ أخير – عندما تكون المكافحة بالدورة الزراعية والطرق الميكانيكية

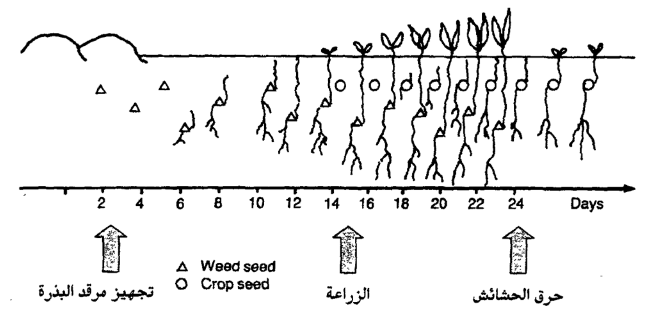
للحشائش غير كافية. أساس هذه الطريقة – يشمل تعريض أنسجة النبات لدرجة حرارة تقترب من 90 – 100 ْم لمدة عُشر ثانية. في حقيقة الأمر – لاتحترق الحشائش – لكن يحدث موتها بطريقتين: الأولى – بالتجفيف – يرجع إلى تمدد محتويات الخلية وبالتالى إنفجار أغشيتها؛ الثانى – نتيجة لتخثر البروتين فى محلول الخلية على درجة حرارة أعلى من 50 – 60 ْم. توجد تجربة بسيطة لمعرفة ما إذا كانت الحشائش إستقبلت درجة الحرارة الصحيحة أم لا. يتم الضغط على الورقة برفق بين الإبهام والسبابة؛ وجود علامة خضراء داكنة على الورقة – يشير إلى تحطم الخلايا بشكل كاف.

يتم الحرق في أربعة مواعيد:

قبل الإنبات Pre-emergence: تُستَخدَم هذه الطريقة على نطاق واسع فى الإنتاج العضوى للجذر والبنجر والمحاصيل الأخرى ذات القيمة العالية. تُعامل خطوط المحصول قبل إنبات المحصول مباشرة (شكل 16 – 5). تترك المعاملة طبقة زجاجية على الخط. ينمو المحصول تحت الزجاج أسرع – لإحتفاظ التربة – أسفل الطبقة الزجاجية – بالرطوبة. تعامل الحشائش فى المساحات داخل الخطوط ميكانيكيا فيما بعد. يمثل غاز البروبان الجزء الأكبر من تكاليف العملية. بالرغم من إرتفاع تكاليف عملية حرق الحشائش – إلا أنها أرخص من الطرق اليدوية بدرجة كبيرة. بشرط مراعاة توقيت الإستخدام لإحداث الفاعلية العالية شكل (16–5).

بعد الإنبات Post-emergence: تجرى المعاملة بين الخطوط. تُستَخدَم مظلات لحماية المحصول من الحرارة. يمكن – فى حالة جفاف أوراق الحشائش، حرق الحشائش عندما تكون التربة مبللة جداً ولاتصلح للمكافحة الميكانيكية. تستخدم المظلات لمعاملة المساحات بين الخطوط – فى حالة بنجر السكر – عندما يصل نبات المحصول إلى مرحلة ستة أوراق. تعتمد إختيارية المعاملة – على حقيقة أن بعض المحاصيل أقل حساسية للضربة الحرارية – خاصة نباتات ذات الفلقة الواحدة Monocotyledons. يمكن – مثلا – معاملة الذرة عند مرحلة " Match " (طول

الحشائش 2 - 3 سم - أوراق المحصول مازالت مطوية، وطول النبات 25 سم) يستهدف الحرق أسفل الأوراق عند قاعدة النبات. عملية حرق الحشائش فى مرحلة " Match " أكثر كفاءة، لأن منافسة الحشائش فى هذه المرحلة تكون أكثر عنفا. يمكن إستخدام هذه الطريقة فى مراحل النمو المُبَكرة للحبوب والأبصال الجافة؛ أما فى الأبصال الراقدة Set onions - تُحرَق الحشائش على 3 مراحل - عندما يكون طول الأبصال 5، 20 و40 سم. يقلل هذا - حجم العمالة اليدوية المطلوبة؛ قد تؤدى - إلى نقص قليل فى المحصول.



شكل (16-5): توقيت حرق الحشائش قبل الإنبات.

قبل الحصاد Pre- harvest: يمكن إستخدم هذه الأدوات كمسقطات للأوراق للمساعدة فى حصاد كُل من البطاطس والبصل.

وقائى Prophylatically: أفضل وقت للمعاملة - بإستخدام أقل كمية من الوقود - عندما تجف الأوراق فى فترة بعد الظهر المشمس. تُقتَل معظم الحشائش بسهولة فى مرحلة الورقتين الحقيقيتين. لبعض الحشائش - مثل النجيل الصغير Couch وشوك الجمل Thistles بعض المقاومة للحرارة. يتطلب هذا - معاملات إضافية ومبَكِرة.

فى نظام الغاز السائل (شكل16 –3) – تكون الأنابيب فى المناطق الباردة – غالبا – فى وضع مقلوب ويتبخر السائل عندما يصل إلى الحراقة، متجنبا عملية التجميد فوق عنق الأنابيب والتى يمكن أن تؤثر على معدل إستخدام الغاز. تكمن الخطورة فى إنسياب كميات كبيرة من الوقود عالى الإشتعال. لتجنب مشاكل تجمد الوقود الغازى – توضع أنابيب الغاز فى حمام مائى ساخن. تتجه الأبحاث – حالياً – ناحية إستخدام حراقات الأشعة تحت الحمراء والتى تستخدم الغاز بكميات أقل بكثير وإن كانت معدلات عملها تكون منخفضة.

16-4. بعض مشاكل الحشائش الخاصة

بالرغم من سهولة مكافحة الحشائش الحولية – بإستخدام كل من الدورة الزراعية والمكافحة الميكانيكية – فهناك – حشائش معينة ذات حولين أو معمرة تمثل مشكلة شديدة الصعوبة فى الزراعات العضوية – سواء كان ذلك فى الأراضى الزراعية أو المراعى. تحتاج مثل هذه الحشائش – فى الحقيقة – إلى إعتبارات خاصة لصفاتها الحيوية وطريقتها الخاصة فى الإصابة.

16-4-1. النجيل الصغير العادى والنجيليات الأخرى المتسلقة

Common couch and other creeping grass: ينتشر النجيل الصغير – أساساً – بواسطة الريزومات فى التربة والسوق العرضية فوق سطح التربة. تمثل تراكيب هذه السوق أعضاءاً قوية للمخزون الغذائى. تنتشر معظم البراعم على طولها وتظل ساكنة مالم يحدث أى نوع من الضرر – حينئذ – يحدث عملية تنشيط للنموات الهوائية. البذور ليست دائما خصبة – لكن – يفضل تجنب إنتشارها.

ينتشر النجيل الصغير بقوة فى الزراعات الربيعية – نتيجة إستخدام الآلآت مثل الزحافات الأسطوانية والدوارة؛ أما – فى الزراعات الخريفية – القليلة – فتكون أقل نشاطاً نسبياً. يعوق وجود الريزومات عملية الزراعة والحصاد فى المحاصيل الجذرية؛ فى حين – تؤدى كثافة الأجزاء الهوائية إلى صعوبة عملية حصاد محاصيل الحبوب.

تشجع محاصيل الحقول المفتوحة الضعيفة مثل الحبوب والمراعى على إنتشار النجيل الصغير – فى حين – أن هناك محاصيل خاصة مثل الراى الشتوى والشعير الشتوى تُعطى درجة جيدة من التظليل مفيدة فى تثبيط إنتشار هذه الحشائش. ينمو النجيل الصغير بسرعة خاطفة بعد الحصاد؛ لذا – يجب عند وجود هذه المشكلة إتباع برنامج الزراعة الفورى.

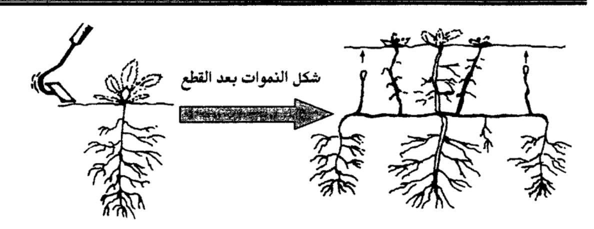
أنسب وقت للتغلب على مشاكل النجيل الصغير – شهرى يوليو، أغسطس – بعد محصول حبوب مُبَكِر مثل الشعير الشتوى. يستهلك النبات – فى هذه المرحلة – مخزونه فى تكوين البذور ولم يبدأ بعد فى إعادة البناء لمرحلة الشتاء. يفضل تكرار عملية الزراعة بحيث تتم فى تربة جافة وجو دافئ. يؤدى – عادة – حرث الأرض أو قلبها على عمق 10 سم؛ ثم تزحيفها والسماح بجفاف الريزوم فى الشمس ثم تكرار هذه العمليات على عمق 20 سم؛ إلى التخلص من الحشائش. من الأفضل إتباع ذلك بزراعة محصول علف ذو نمو سريع وتظليل قوى، أو علف أخضر ينافس بفاعلية – الريزوم الحية – فى الحصول على أى غذاء ينطلق نتيجة للعمليات الزراعية. قد يكون الحرث العميق – أيضا – فعال؛ لكن – يجب دفن النجيل الصغير كاملا فى التربة على عمق 15 – 20 سم على الأقل. قد تؤخر زراعة الحبوب والبقوليات مع خليط من الراى والبرسيم الأحمر، إنتشار النجيل الصغير ومنع إنتشاره السريع بعد الحصاد.

16-4-2. النجيل الأسود Black grass : تشكل الحشائش – مثل النجيل الأسود – فى الأماكن التى تكون فيها الحبوب أساسية فى الدورات، مشكلة خاصة فى القمح والشعير الشتوى. تحتاج هذه الأنواع لمرقد بذرة مناسب وضوء للإنبات. أما البذور المدفونة عميقا فى التربة – فتظل ساكنة لعدة سنوات. ينمو النجيل الأسود بنفس معدل نمو الحبوب، ولايمكن تزحيفها وتظليل بذورها قبل الحصاد. من الممكن إحداث درجة من المكافحة بمساعدة دورات زراعية مختلفة وطويلة أو بالتبادل مع محاصيل المراعى الطويلة. يفضل زراعة الأنواع الربيعية للحبوب

الحساسة. التخطيط قبل الزراعة عنصر هام من عناصر مكافحة النجيل الأسود؛ لكن - إذا كانت الزراعة تحت ظروف الرطوبة - مع سهولة نقل بادرات النجيل الأسود - فإن عدد رؤوس البذور الناتجة فى المحصول النهائى تكون أكبر.

16-4-3. شوك الجمل الزاحف Creeping thistle: حشيشة - أخرى - معمرة. تنتشر - أساساً - بالجذور الزاحفة. تنمو كنبات فردى وتموت بعد التزهير فى السنة الثانية. تلعب البذور دوراً بسيطاً نسبياً فى الإنتشار؛ لكن تسافر البذور الحية لمسافات طويلة؛ لِذا - وُضِع شوك الجمل الزاحف والرمحى فى قائمة الحشائش الضارة. تستنفذ عمليات التزهير وتكوين البذور - النبات - فلا تتكون نموات إضافية. إذا قُطِعَ النبات فى الربيع قبل التزهير - ومازال هناك مخزون معنوى متاح - فسوف ينتشر تحت سطح التربة ويرسل نموات جديدة تؤدى إلى تكوّن نباتات جديدة (شكل 16 - 6) - تسبب تفاقم المشكلة.

طريقة المكافحة الرئيسية لهذه الحشيشة - بإتباع دورة زراعية - بالمحاصيل عميقة الجذور - التى تخترق طبقة الحرث وتحد من الظروف التى تشجع نمو شوك الجمل خلال الزراعة الشتوية. من الطرق الزراعة المستخدمة للمكافحة داخل الخطوط - زراعة محصول جذرى أو محصول كثيف وثقيل مثل السيلاج؛ كما قد يقلل - التسميد الأخضر الإصابة بشدة. ربما تكون الزراعة فى يوليو، أغسطس - مفيدة - عندما يكون مخزون النبات منخفضاً. ينخفض المخزون - أيضاً - عندما تكون النموات صغيرة بإرتفاع 5 - 10 سم، يعطى هذا - فرصة لتكثيف الزراعة. من الأفضل - فى بعض الحالات - قطع النباتات قبل التزهير، مع ملاحظة حساسية الميعاد، لأن عقد البذور يحدث خلال 10 أيام من عملية التزهير. يساعد الرعى فى عملية المكافحة - بشرط - أن يتم فى نهاية الربيع عندما ينمو النجيل وشوك الجمل معاً. ينتشر شوك الجمل الرمحى - فقط - بالبذور؛ لِذا - فطريقة المكافحة الرئيسية هى منع تكوين البذور.



شكل (16 – 6): تأثير قطع شوك الجمل الزاحف فى الربيع.

16-4-4. الحميض Docks: تسبب حشيشة الحميض مشكلة خطيرة – خاصة – فى المراعى. لم تُحَل مشكلة الحميض فى مجال الزراعة العضوية – لصعوبة مكافحتها فى ظل النظام العضوى. تكمن الصعوبة – فى قدرة الحميض على إنتاج عدداً كبيراً من البذور تحتفظ بحيويتها فى التربة لمدة طويلة، حيث تبقى كامنة لعشرات السنين، مع وجود جذور متصلة قوية يمكن أن تثبت بسهولة عند قطع الجذر أو الساق. السبب الرئيسى للإصابة بالحميض هو إنتشار بذوره – خاصة – فى مكان البذرة التى تبتلعها المواشى وتخرج كروث.

تنتشر بذور الحميض – أيضا – بسبب تلوث بذور المحاصيل المشتراة بها أو الناتجة محليا مثل البرسيم الأحمر والبرسيم الحجازى. كذلك – عند الحصاد – عندما تتخلف البذور خلف آلة الحصاد. لابد أن نضع هذه الإعتبارات أمامنا فى الأماكن التى تحدث فيها المشكلة والأماكن الأخرى المرجح حدوثها فيها؛ كما يمكن تقليل الإصابة فى المروج الكثيفة ذات الإدارة الجيدة – لأن بادرات الحميض منافساً ضعيفاً. يجب – مع ذلك – الحذر ففى حالة ضعف نمو هذه المروج ووصول الضوء إلى سطح التربة فإن الحميض يثبُت ويزداد فى النمو.

يمكن إنجاز المكافحة بواسطة الزراعة الميكانيكية فى طور البادرة قبل نمو الجذور المتصلة – إذا حدث هذا بإنتظام – سيتناقص – حتماً – بنك البذور. تتعلق

المشكلة الأكبر بالجذور، التى يمكنها أن تعود للتكوين عقب الزراعة؛ لكن يمكن حلها : الحل الأول – التقليع اليدوى أو جمع الجذور وإزالتها من الحقل؛ مع أن – هذه العملية تعتبر عملاً يدوياً مكثفاً إلا أنها الطريقة الوحيدة الفعالة؛ إلا أنه – يمكن أن تتسبب الكميات القليلة من الحميض فى حدوث مشكلة رئيسية فيما بعد. دفن الجذور التى تم جمعها أفضل من تركها فى كومة، لأنها من الممكن أن يعاد تكوينها من جديد. الحل الثانى – يُذكَر عرضياً – عبارة عن الزراعة الخشنة فى منتصف الصيف المبكر (كنوعٍ من التبوير) تترك فيها الجذور على السطح. لكنها تظل مطمورة فى الطين مما يمكّن تجفيفها فى الشمس وبالتالى موت النباتات.

تشمل الإدارة المثالية للمراعى – وجود صرف جيد، زراعة أعشاب طويلة وثابتة، تقليل الرعى موسم الشتاء، تجنب الدوس بالأقدام والوحل. يمنع عمل السيلاج الإنبثاق الرئيسى للحميض من البذور فى موسم الصيف المُبكِر – ولو أن – بعض النباتات يمكنها نثر بذور فى وقت متأخر من السنة. كما تقتل عمليات تحضير السيلاج بذور الحميض. يعطى الدراس المتأخر للحميض فرصة مثالية لإنتشار البذور. يساعد الإسقاط المتتالى لأوراق المحاصيل وتقييد الرعى – على تحديد نمو الحميض؛ لكن – قد يؤدى إلى إنتاج البذور على مستويات منخفضة. تتطلب مكافحة الحميض وسائل مختلفة يتم تنفيذها عند نقاط مختلفة من الدورة؛ لكنها – تكون جزءاً من إستراتيجية مستمرة ولايترك إنجازه للصدفة من وقت إلى آخر. أيضا – عند تحويل مزرعة من الإدارة التقليديّة إلى الإدارة العضوية، فإن أول شىء يجب عمله هو تجنب الحقل المصاب بالحميض – على الأقل – حتى يمكن إنجاز بعض طرق المكافحة.

16-4-5. السرخسيات Bracken : حشائش عالية السمية للماشية. لاتسبب مشكلة للأراضى المنخفضة والمزارع المختلطة لكل من الزراعة وتربية الماشية. حشائش شديدة الخطورة – فى الوقت الراهن فى الأراضى المرتفعة – نظراً – لأنها تكوّن مستعمرات فى الأراضى المتسعة – خاصة – عند إستخدام طرق مكافحة غير

ناجحة. لاتُنتِج السرخسيات بذوراً بل تُنتِج أبواغ Spores. يتم الشكل الرئيسى للإنتشار عن طريق الريزومات التحت أرضية – التى تشكل شبكة واسعة الإنتشار قادرة على إرسال نموات جديدة إلى أعلى محل تلك التى تتلف أثناء النمو – سواء كان ذلك ميكانيكيا أو عن طريق الصقيع. الحرث – طريقة جيدة لمكافحة السرخسيات والوصول إلى نتيجة قتل مرضية؛ لذا – يجب إتمام عملية الحرث فى يوليو وأوائل أغسطس مع تعميق خط المحراث؛ ثم تزرع الأراضى فى الحال. يجب تكرار الزراعة فى الصيف التالى لتأكيد عملية الإبادة الكاملة.

قد يفيد القطع الميكانيكى – لكن – يحتاج إلى إعادة متكررة لعدة سنوات للتخلص من النباتات بكفاءة. يساعد الدوس فى المنطقة المصابة بأقدام الحيوانات – خاصة البقر – فى خفض معدل النمو؛ التأثير الضار على البراعم والأوراق النامية التى تقع قرب السطح يكون محدوداً. يبرهن المستقبل على أن المكافحة الحيوية هى الطريقة المناسبة للتعامل مع السرخسيات، لكن المخاطرة ملازمة لهذا التصور ويحتاج للحرص.

الحشائش – غالبا – أكثر المشاكل أهمية فى نظام الزراعة العضوية، وهى بالتأكيد مشكلة تهم المزارعين. فى الحقيقة – لو تم توظيف الطرق الزراعية والتى تشمل الدورة الزراعية وإدارة التسميد والزراعة .... الخ، جيداً – حينئذ لايُصبِح لها أهمية. تعتبر الحشائش المثل الأول للحاجة إلى تغيير المفاهيم – فإن العيش مع الطبيعة أفضل من السيطرة عليها وتقدير المنافع الناتجة من المحافظة على مستوى معين من هذه الحشَائش. أوضحت الدراسات المختلفة الإنحدار الخطير فى مجال الأنواع النباتية التى وُجِدَت بشكل مؤكد فى المزارع. العديد من أنواع الحشائش السابقة مهددة الآن، هى وحياة الحيوان المعتمد على تواجدها.

الفصل السابع عشر
17 - تكنولوجيا المبيدات الحيوية

17-1. مقدمة

المبيدات الحيوية Biopesticides – مبيدات مشتقة من بعض المصادر الطبيعية مثل الحيوانات والنباتات والبكتريا وبعض العناصر. حتى عام 2001 كان هناك حوالى 195 مادة فعالة كمبيدات حيوية تندرج تحت 780 مُنتَج.

قسمت وكالة حماية البيئة المبيدات الحيوية إلى ثلاثة أقسام رئيسية:

أ– مبيدات بيوكيميائية Biochemical pesticides: مواد تُفرَز طبيعياً. تكافح الآفات بميكانيكيات غير سامة – عكس المبيدات التقليدية – من أمثلتها – فيرومونات الحشرات الجنسية التى يمكنها أن تتداخل فى عملية الإخصاب والتلقيح إضافة إلى العديد من المستخلصات النباتية.

ب – مبيدات ميكروبية Microbial pesticides: كائنات حية دقيقة Microorganisms – مثل – البكتريا، الفطريات، الفيروسات والبروتوزوا. تكافح العديد من الآفات – مواد ميكروبية فعالة متخصصة ضد آفة آو أكثر. يكافح بعض الفطريات – مثلاً – العديد من الحشائش؛ فى حين – نجد البعض الآخر متخصص ضد الحشرات. من المبيدات الميكروبية واسعة الإنتشار نجد بكتريا *Bacillus thuringinsis (B.t.)*. تختلف كل سلالة من هذه المنتجات البكتيرية فى محتواها من البروتينات؛ قد تكون متخصصة فى قتل يرقات نوع واحد – أو عدد قليل من الأنواع المتقاربة (المتشابهة). هناك بعض أنواع البكتريا التى تقتل يرقات الفراشات Moth larvae – وهناك أخرى متخصصة على يرقات الذباب Flies والبعوض Mosquitoes.

جـ – نباتات تحتوى على مواد واقية Plant-Incorporated Protectants (PIP's): توجد عدة طرق يحمى بها النبات نفسه؛ عن طريق إنتاج مواد تطرد أو

تقتل الحشرات أو البكتريا أو الفطريات – أو عن طريق الأوراق التى بها شعر Hairy leaves. من الطبيعى أن يكون النبات الذى تتوافر فيه مثل هذه الصفات – أقل عُرضة للإصابة بالآفات مقارنة بغيره من النباتات التى لاتحتوى مثل هذه الصفات. قامت وكالة حماية البيئة عام 1994 بتسمية أى مادة تُنتَج أو تُستخدم فى نبات حى مع المادة الوراثية اللازمة لإنتاجها بالمبيدات النباتية Plant pesticides – سُميت بعد ذلك بإسم PIP's – مواد لها فعل المبيدات – يتم زرعها بالوسائل (الطرق الوراثية) فى النباتات فتؤدى إلى قتل الآفات. أستطاع العلماء – مثلاً – زراعة الجين المُنتِج للبروتين السام الذى تُنتجه البكتريا *B.t.* فى العديد من أنواع النباتات التى إستطاعت بدورها إفرازه داخلها – مما أدى إلى القضاء على الآفات التى تتغذى عليها. يجب – لإستخدام هذه النباتات – الحصول على بعض المعلومات الأساسية عنها من ناحية صفاتها، درجة سميتها للثدييات، درجة الحساسية تجاهها، مدى تأثيرها على الكائنات غير المستهدفة، تأثيراتها البيئية ومدى مقاومة الحشرات لفعلها. تتطلب – المعلومات السابقة – إجراء دراسات كافية عن طريق التجارب وتدوين الملاحظات للتحقق من مدى خطورة هذه المركبات من عدمه. من النماذج الناجحة فى هذا المجال – زراعة الأقطان المحتوية على الجين السام لبكتريا *B.t.* المُنتَجة بواسطة التكنولوجيا الحيوية؛ أدى ذلك إلى توفير كميات كبيرة من مبيدات الفوسفور العضوية والكاربامات.

تعتبر مجموعة المبيدات الحيوية Biopesticides من المجاميع الهامة نظراً لكونها تقلل من أخطار المبيدات التقليدية. يتطلب – الإستخدام الفعال لها – المعرفة الكاملة بالآفة المطلوبَ مكافحتها لتحديد وقت إستخدامها.

17-1-1. مميزات المبيدات الحيوية:

- موجهة لهدف معين – كما أنها متخصصة جداً فى طريقة فعلها – عكس المبيدات التقليدية – التى تؤثر على العديد من الكائنات الحية مثل الطيور والحشرات والحيوانات.

- تؤدى – غالباً – فعلها عند معاملتها بكميات صغيرة جداً – ببطىء.
- قِصَر فترة نصف العمر للمركب فى الحقول المعاملة.
- تقلل – عند إستخدامها فى برامج الإدارة المتكاملة للآفات IBM – كميات المبيدات التقليدية المستخدمة، إضافة إلى زيادة كميات المحصول الناتجة.

17-2. الكائنات الدقيقة المهندسة وراثياً Genetically

Modified Microorganisms(GMM's) يُتَحكّم فى الميكروبات المعدلة وراثياً بنفس القواعد الموضوعة للميكروبات الطبيعية المستخدمة كمبيدات – إضافة إلى بعض قواعد التحكم الإضافية المرتبطة بعملية الهندسة الوراثية. تُختَبر بداية – على نطاق ضيق Small scale field للتأكد من أن تأثيرها المختبرى هو نفسه التأثير المرغوب فيه – قبل إستخدامها على نطاق واسع. تقيم مخاطر المبيدات الميكروبية المهندسة وراثياً بنفس بروتوكول تقييم المبيدات الميكروبية العادية – للتعرف على أخطارها ومنافعها قبل تسجيلها. يجب – أيضاً – دراسة تأثيراتها السلبية على الكائنات غير المستهدفة والبيئة المحيطة ومدى حدوث عدوى ميكروبية للإنسان من عدمه.

أدى التقدم فى مجال تقنيات البيولوجيا الجزيئية إلى الحصول على كائنات دقيقة معدلة (محورة) وراثياً Genetically Modified Microorganisms (GMM's) – تشمل البكتريا والفيروسات وإستخدامها على المستوى التجارى فى مجالات عديدة منها بطبيعة الحال مجال وقاية النباتات. الجدير بالذكر – يقابل نشر الكائنات الدقيقة المعدلة وراثياً صعوبات كثيرة – منها دراسة مدى تأثيرها على البيئة وحدود تداخلاتها مع الكائنات الحية الأخرى. لأن كشف أى تأثيرات سلبية لها – سيكون من الصعب تداركه وإعادة الوضع لما كان عليه قبلاً.

إحتدم النقاش فى الآونة الأخيرة عن مدى خطورة الكائنات الحية الدقيقة المعدلة وراثياً وبرزت تساؤلات عديدة عن مدى تأثيرها على البيئة. هناك من ينظر نحوها

بنوع من الحذرعلى أنها ربما تسبب مخاطر عديدة من أهمها أنها قد تنقل صفات غير مرغوبة لم تكن موجودة فى جيل الآباء ومدى إمكانية نقل هذه الصفات إلى الكائنات الأصلية المتوطنة فى البيئة وما يترتب على ذلك من حدوث أخطار بيئية قد تضر بصحة الإنسان. من الثابت أنه عند توافر بلازميدات – ذات مجال عوائلى واسع – يمكن حدوث تبادل للمعلومات بنسبة كبيرة بين البكتريا من نوع واحد وفى عائل واحد كما فى حالة العقد الجذرية فى البرسيم. قد يحدث – أيضاً – بين الأنواع المختلفة كما يحدث بين الريزوكتونيا والبسيدوموناس.

لتقييم المخاطر الناجمة عن نشر الكائنات الدقيقة المعدلة وراثياً فى البيئة المحيطة بها ومدى تداخلها مع مكونات البيئة ومدى ثبات الحامض النووى المندمج فيها وإمكانية إنتقاله إلى الكائنات المتوطنة – يجب أن تتوافر الإمكانيات التى تؤدى إلى التقدير الكمى لتركيزات الكائنات المعدلة وراثياً GMM's وقياس نشاطها الفعلى وتحديد نسبة الحامض النووى المندمج وإمكانية التعبير عنه فى الكائنات المتوطنة. ليس لدى معظم الدول النامية تشريعات خاصة بإنتاج ونشر الكائنات الحية الدقيقة المعدلة وراثياً – إلا أنه من أفضل النُظُم فى هذا الشأن النظام إنجليزى من خلال برنامج Programmed Release Of Selected And Modified Organisms (PROSAMO) – الذى يرمى إلى تقييم المخاطر والكشف عن مدى أخطار البكتريا والنباتات المعدلة وراثياً ووضع دلائل فعالة عند إستخدامها فى البيئة. يتطلب نشر أى كائن حى دقيق مُهَندَس وراثياً – فى المملكة المتحدة – الحصول على تصريح من وزارة البيئة التى تعتمد فى قراراتها على توصيات العديد من اللجان المعنية بهذا الأمر والتى تضم ممثلين من مختلف التخصصات. قسم شئون البيئة DOE هو المسئول عن منح التراخيص بإستخدام الكائنات المُهَندَسة وراثياً بالتنسيق مع الجهات الحكومية الأخرى مثل إدارة الصحة والأمان HSE ووزارة الزراعة والثروة السمكية والغذاء MAFF ولجنة السوق الأوربية.

من المحاولات الهامة التى تحققت نتيجة التقدم فى تقنيات الهندسة الوراثية التى

لايجب إغفال الإشارة إليها – إنتاج الإنزيمات بالطرق الحيوية من خلال إعادة تركيب الحامض النووى rDNA – حيث أصبحت هذه الطريقة تمثل 80% من إجمالى كمية الإنزيمات المُنتَجة بواسطة البكتريا المحسنة وراثياً – مثل إنزيمات الأميليز والليبيز والبروتينيز . ثبت – حتى الآن – أن هذه الأنواع من البكتريا المحسنة وراثياً لاتسبب أى مشاكل ولاتُشكل خطورة على الإنسان والحيوان ولاتؤدى إلى تلوث البيئة – بالرغم من ذلك – أشارت الهيئات والوكالات المعنية بموضوع الآمان الحيوى بضرورة الإحتياط والحذر عند إنتاجها وتداولها.

فيما يتعلق بالكائنات الحية المعدلة وراثياً والمطلوب تسجيلها فى مجال مكافحة الآفات – تم حتى الآن – تسجيل حوالى 30 مركب حيوى كمبيدات آفات – تعتبر آمنة نسبياً. ساهمت هذه التكنولوجيا – أيضاً – فى إنتاج بعض اللقاحات لبعض الأمراض التى تصيب الإنسان والحيوان عن طريق كائنات حية دقيقة لإستخدامها داخل النبات – حيث تُستَخدَم بعض الفيروسات النباتية – كحامل للأنتجين – لإنتاج بعض الأمصال الهامة – مثل – إستخدام فيروس تبرقش نبات اللوبيا لإنتاج مصل الحمى القلاعية – وفيروس تبرقش الدخان لإنتاج الأنتجين الخاص بالملاريا.

17-3. النباتات المهندسة وراثياً

Genetically Modified plants (GMP's)

لعقود عدة – إنحصر تطوير الإنسان للمحاصيل الزراعية فى الإنتخاب Selective breeding والتلقيح Hybridization. إستُخدِمت – حديثاً – تقنيات حديثة بإستخدام المواد الكيميائية أوالإشعاعات لإنتاج سلالات مميزة من النباتات. تعتمد التكنولوجيا الحيوية لإنتاج النباتات Plant biotechnology على نقل المعلومات الجينية من سلالة إلى أخرى ليس لها علاقة بهذا النبات. ينقل – فى عمليات الإنتخاب التجارية التقليدية – آلاف من الجينات – يؤدى إلى إنتاج سلالات ذات صفات جيدة وأخرى لاترقى لنفس المستوى؛ لذا – كان على المزارع أن يقوم بإختيار السلالات المرغوبة – فقط – وإعادة إستزراعها قبل إستخدامها تجارياً؛ أما – فى مجال التكنولوجيا

الحيوية فتسمح بنقل جين واحد أو عدة جينات مرغوب فيها فقط. من مميزات السلالات - التى تم إنتاجها بطرق التكنولوجيا الحيوية - أنها مقاومة للإصابة ببعض الآفات والأمراض النباتية الهامة؛ إلا أن الهيئات الدولية - تشترط ضرورة التأكيد على أن هذه السلالات لاتؤدى إلى أضرار غير مرغوب فيها على الإنسان والبيئة - أيضاً - غير ضارة على الحيوانات المعرضة للإنقراض أو الطيور وعدم مخالفتها لقوانين البيئة.

تُستَخدم هذه الطريقة لإنتاج محاصيل زراعية معدلة وراثياً تتضمن صفات أفضل من ناحية قيمتها الغذائية ومقاومتها للإصابة بالآفات والإجهاد والضغوط البيئية. قد تستخدم هذه التقنية - أيضاً - فى إنتاج نباتات تحتوى كميات كبيرة من المركبات الدوائية والمركبات النادرة - بتكلفة معقولة. لقى هذا الإتجاه درجة من القبول - حيث أُجريت المئات من الإختبارات الحقلية للنباتات المعدلة وراثياً على مستوى العالم دون أضرار ظاهرة. يتضمن طلب الحصول على موافقة السلطات المختصة على تجريب النباتات المعدلة وراثياً - على المستوى الحقلى - تقديم كافة البيانات والمعلومات المتاحة - من خلال التجارب المتحكم فيها فى الصوب الزجاجية - عن الكائن وطريقة التحويل والجين وأصله والمنتجات المعبر عنها ونواتج التعبير ومدى تأثيرها على البيئة.

17-4. القواعد المنظمة لتداول المنتجات المُنتَجَة بالتكنولوجيا الحيوية

نظراً للإزدياد المطرد فى إنتاج المواد بطريقة التكنولوجيا الحيوية - أصبح هناك حاجة ماسة لوضع خُطوط عريضة للتأكد من وضع صحة الإنسان والبيئة فى الإعتبار وحمايتِها من الخطر المحتمل من هذه التكنولوجيا. عند مرور المنتج بمراحل التصنيع إنتقالاً من المعامل إلى الأسواق - وضعت المنظمات الرقابية قواعد للتأكد من أن هذا المنتج الجديد لن يكون له آثار جانبية على الصحة العامة والبيئة. تشكل فى الولايات المتحدة الأمريكية لجنة تحت إشراف البيت الأبيض لتحديد قواعد الرقابة على المنتجات البيوتكنولوجية للتأكد من سلامة تطبيق المعايير الرقابية على

المُنتَج بدءاً من مراحل التصنيع وحتى التسويق – لم تكن السلامة هى الهدف الوحيد. إحتاج العلماء للحرية والمرونة لعمل الأبحاث دون وضع قوانين صارمة ومانعة. قررت الحكومة الفيدرالية – عام 1986 خضوع المُنتَج النهائى – بالإضافة إلى عمليات الإنتاج وحتى إستخدام المُنتَج – للرقابة والمتابعة خطوة بخطوة. قررت – أيضاً – عدم الحاجة إلى قوانين جديدة بل لمجرد لوائح منظمة.

تهدف قواعد الرقابة الشديدة والقوانين المنظمة إلى سلامة الأغذية المُنتَجَة بهذه الطريقة – حيث تخضع الأغذية المنتجة بالتكنولوجيا العضوية Biotech food لنفس قواعد صفات السلامة العادية.

17-4-1. قواعد الرقابة على Biotech pesticides من قِبَل وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA

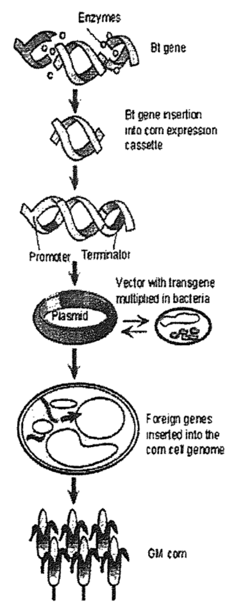
أمكن تعديل الكائنات الحية الدقيقة Micro organisms عن طريق الهندسة الوراثية أو عن طريق إحداث طفرة وإستخدامها كمبيدات ميكروبية؛ فى حين تُنتَج PIP's عن طريق نقل الجين الوراثى المسئول عن الصفة الإبادية إلى النبات. يؤدى وضع هذا الجين إلى نشر المادة المبيدة فى السلالات المُنتجَة لهذا النبات. قامت EPA بالتعاون مع جهات أخرى لوضع قواعد للتحكم فى الميكروبات المعدلة بالهندسة الوراثية – وإنتاج نباتات PIP's. سمحت EPA عام 1994 بإنتاج عدد من نباتات PIP's التى لها أضرار ضئيلة للغاية – حيث تم إعتماد معظمها نهائياً عام 2002؛ فى حين – لايزال الباقى تحت الدراسة حتى الآن ولم يُتخذ بشأنهم قرار نهائى.

17-5. المعلومات اللازمة لتسجيل نباتات Plant-Incorporated Protectants (PIP's)

17-5-1. صفات المركب:

راقبت منظمات عدة – مثل EPA، منظمة رقابة الطعام الكندية CFIA، USDA ومنظمة رقابة صحة الإنسان والحيوان APHIS – صفات المواد الداخلة

فى PIP's، والتى تشمل وصف الجين الوراثى المسئول عن إبادة الآفات ومصـــدرها عن طريق دراسة خريطة DNA للكائن المانح – ووصف الأخطار المصـــاحبة لهـــذا الكائن المصدر – مثل القدرة على إحداث المـــرض أو إنتـــاج ســـموم – والأخطـــار الناتجة عن أى تغير فى تتابع DNA الأصلى للجينات الناتجـــة. يشـــمل – أيضـــاً – وصف النبات المستقبل من ناحية إستخدامه وطبيعته كمحصول والتفاصيل المتوقعـــة من ناحية إحتمالية إنتاج سموم أو مضادات تغذية للنبات وقدرته على التكاثر ونسبة النباتات البرية فى المحصول.



شكل (17 ـ 1): كيفية إدخال جين *P.t.* إلى نبات الذرة.

أظهرت المعلومات التأكيدية فى إنتاج النباتات المعدلة وراثياً أن نقل جزء من DNA للمانح – يتم إدخاله فى الخريطة الجينية للنبات المستقبل مع إمكانية إنتاج نسخ من الخريطة المعدلة. تعتمد تقنية إنتاج النباتات المعدلة وراثياً على وضع شريطى DNA متقابلين وإستخدام مادة مشعة مع إستخدام إنزيم Endo neuclease مما يؤدى إلى قطع شريط DNA عند مكان معين وإدخال الجين المطلوب. يُختبر ثبات وتوارث الجين المعدل لتحديد مدى ربط هذا الجين وأماكن ثباته وتحديد ما إذا كان هذا الجين ينتقل عبر أجيال النبات بنفس الثبات (شكل 17 – 1). تمدنا – أيضاً – صفات البروتين المعبر عنها بمعلومات بيوكيميائية عن هذا البروتين فى النبات وتركيزه فى مختلف الأنسجة وهل حدث تغيير فى طبيعة البروتين. تشمل هذه الصفات تتابع الأحماض الأمينية ونشاط البروتين. قد يحدث فى الجين المنقول من البكتريا – مثلاً – تغير فى طبيعته عند نقله للنبات – فعند إضافة سكر النبات إلى البروتين يحدث عملية Glycosylation؛ فى حين – لايحدث هذا التفاعل فى البكتريا؛ لذا يجب – التأكد – عند نقل أى جين من مصدر ميكروبى إلى النبات – من مدى أمان البروتين المنقول من ناحية ثباته ودرجة نشاطه. تحدد هذه المعلومات أقصى نسبة يمكن التعرض لها من نباتات PIP's حرصاً على صحة الأنسان وعدم وجود أخطار على البيئة – أيضاً – على درجة مقاومة الآفات.

17-5-2. درجة السمية على الثدييات:

تشير الحقائق المتوافرة – حتى الآن – إلى أن كل المُدخلات على نباتات PIP's طبيعتها بروتينية. يؤكد – هذا – حقيقة أن هذا البروتين المُدخل على النبات قد يكون مثل أى بروتين غذائى؛ إلا – أن عملية هضم البروتين خارج الجسم تعتبر جزء من صفات المركب البيوكيميائية – لكنها – أيضاً – قد تكون دليل على سمية هذا المركب. من ضمن الصفات الأساسية التى يتم دراستها – هل هذا البروتين يتحطم فى وجود الأحماض أو الحرارة أو يؤدى إلى زيادة إفرازات المعدة والأمعاء مثل البروتينات الغذائية العادية – حيث أن ثبات البروتين بالنسبة للأحماض

والحرارة وإفرازات الجهاز الهضمى هى جزء من الصفات التى يتم إختبارها لتحديد مدى تسبب هذا البروتين فى حدوث حساسية غذائية Food allergen - فلو كان من صفات هذا المركب عدم التحطم بسهولة فى سوائل الجهاز الهضمى فقد يكون له فترة تعرض طويلة للأغشية المخاطية فى الجهاز الهضمى مما يؤدى إلى حدوث حساسية للأشخاص المعرضين لها.

يُختبر التسمم الحاد Acute oral toxicity عن طريق تناول أقصى جرعة خطرة عن طريق الفم التى تتراوح بين 2 - 5 جم/كجم من وزن الجسم ومتابعة الحيوان لمدة 14 يوم ومتابعة العلامات الإكلينيكية. فى نهاية اليوم الرابع عشر - يُعدم الحيوان وتُفحص أعضاءه الداخلية. المادة المستخدمة فى الإختبار - إما البروتين المستخرج من النبات أو من أى مصدر بديل. فى حالة عدم وجود أى تواجد غير طبيعى للبروتين فى السوائل الهضمية ولم يسبب أى تسمم غذائى حاد - يمكن إعتباره بروتين عادى لايختلف عن أى بروتين غذائى آخر. يتم الحصول على مادة الإختبار عن طريق بدائل لأنه فى جميع حالات PIP's التى تم إختبارها - حتى الآن - لايوجد نبات يحتوى على كمية البروتين الكافية لإنتاج الجرعة التى يتم إستخدامها فى إختبار التسمم الغذائى الحاد Oral toxicity test؛ لذا - فإنه لإنتاج كميات كافية من البروتين يمكن نتاجها - من مصدرها الطبيعى - من بكتريا *Bacillus thuringiensis* أو تصنيعه بواسطة Fermentation strain - مثل - سلالة معملية من *Escherichia coli* . تجرى - بالطبع - عدة إختبارات للتأكد من أن البروتين الموجود فى النبات مطابق فى الصفات للذى تم إنتاجه بإحدى الطرق السابقة - من هذه الإختبارات:

1- Bioactivity of protein (*e.g.*LD_{50} against a range of insects).

2- SDS-PAGE analysis.

3- Immunological recognition in an ELISA or western blot technique.

يتم - أيضاً - دراسة تتابع الأحماض الأمينية فى البروتين المُنتج لدراسة مدى

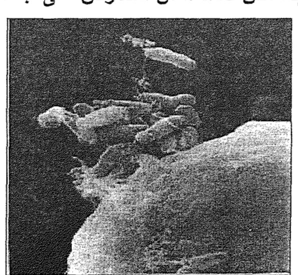
تشابهه مع أى بروتين آخر معروف بتسببه فى إحداث سمية أو يكون مسبباً للحساسية. يتم - هذا الإختبار - بدراسة التتابع الكلى لترتيب الأحماض الأمينية، أو بمقارنة ثمانى أحماض متتابعة - التتابع الثمانى للأحماض الأمينية. يقارن - عادة - بأى مسبب للحساسية Allergens معروف - لأن هذا العدد هو أقل عدد يمكن التعرف عليه بأى جسم مضاد. الجدير بالذكر - تبدأ الأجسام المضادة فى التكون كإستجابة لحدوث حساسية؛ لذا - يجب تقدير مدى خطورة هذا الإختبار على أى بروتين لم يُستَخدَم بعد كغذاء قد يؤدى إلى حدوث حساسية.

17-5-3. متابعة حركة الجين خلال منتجات PIP's:

لقى إنتقال الجين من النبات العائل إلى الحشائش والمحاصيل الأخرى - إهتمام وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA لإحتمال تعرضها للمواد المبيدة للآفات. تركز هذا الإهتمام على جميع منتجات PIP's. إختبرت وكالة حماية البيئة الأمريكية جميع إحتمالات الأعراض الجانبية الناتجة على البيئة شاملة نتيجة إنتقال جينات من نباتات PIP's إلى النباتات البرية المتطابقة جنسياً. شملت الدراسة - إضافة إلى ذلك - مدى تحمل الإنسان لهذه المواد التى قد تدخل فى الطعام نتيجة تواجدها به أو تلوثها. تم تسجيل - حتى الآن - ثلاثة أنواع من المحاصيل من النوع PIP's هى البطاطس والذرة والقطن. تم تلقيحهم بواسطة أصناف برية متطابقة جنسياً - حيث ثبَت عدم وجودِ أى خطر من نقل الجين والتعبير عن صفاته فى أى من أنواع الحشائش المتلازمة أو أى من أنواع نباتات البطاطس والذرة والقطن البرية. تم تسجيل نباتات البطاطس والذرة والقطن المحتوية - على جين *B.t.* - بحيث لايُسمح بنقل الجين المُعدل وراثياً فيها إلى النباتات البرية المتشابهة. وُجدَ أن معظم الأنواع البرية من البطاطس والذرة فى الولايات المتحدة الأمريكية لايمكن تلقيحها بالنباتات المعدلة وراثياً - لإختلاف عدد الكروموسومات فى كل منها وإختلاف Phenology (علم يبحث فى العلاقة بين المناخ والظواهر الإحيائية الدورية) - مكان معيشتها - إلا أن إحتمالية إنتقال جين *B.t.* كانت قائمة فى حالة القطن. فيما يلى إلقاء الضوء

على بعض المحاصيل الهامة التى أمكن نقل جينات *B.t.*؛ إليها مما أدى إلى تمكن نباتات هذه المحاصيل من مقاومة تأثير العديد من الآفات الحشرية الهامة.

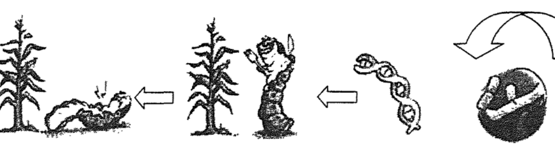
17-5-3-1. البطاطس: تمكن بعض الباحثين من نقل جين Cry 3A المعبر عن بكتريا *B.t.* فى أحد أصناف نباتات البطاطس – صنف Spunta – بإستخدام بكتريا *Agrobacterium tumifaciens* – (نوع من البكتريا يسبب أوراماً فى العديد من النباتات الزهرية تسمى التدرن التاجى). تحتوى هذه البكتريا على بلازميد يسمى Tumor MO، يُحدِث إنتقاله إلى كروموسومات أى نبات خللاً فى النمو، إستطاع الباحثين تعديل البلازميد Tumor MO مما يؤدى إلى إزالة الجينات المسببة لحدوث الأورام ودمج جينات البللورات السامة المأخوذة من بكتريا *B.t.* بدلاً منها؛ أدى ذلك – إلى مقاومة صنف البطاطس المعدل لحشرتى فراشة درنات البطاطس وخنفساء كلورادو؛ حيث لوحظ إنخفاض تعداد هاتان الحشرتان على نباتات هذا الصنف.



شكل (17-2): خلايا بكتريا
Agrobacterium tumifaciens
عند إرتباطها على سطح خلية نباتية مسببة حدوث ورم

17-5-3-2. الذرة: نظراً لعدم إستطاعة بكتريا *Agrobacterium* مهاجمة نباتات ذات الفلقة الواحدة – خاصة الذرة – إستُخدِمَت طرق الإدخال المباشر للمادة النووية فى الخلايا النباتية، بإستخدام تكنيك زراعة الأنسجة – إستنبتت الخلايا

المعدلة – وراثياً – لإنتاج نباتات كاملة تحمل الجينات المنقولة. أمكن – أيضاً – إستخدام بعض النواقل – مثل حبوب اللقاح وفيروس موزيك القرنبيط – لنقل جينات *B.t.* إلى نباتات الذرة. تقل مستويات إصابة أصناف الذرة الحاملة لجينات *B.t.* بحشرات حفار ساق الذرة الأوربى، دودة كيزان الذرة. إمتد تأثيرها – أيضاً – ليشمل حشرات الذرة المخزونة – مثل – فراشة الحبوب ودودة جريش الذرة.



شكل (17 – 3) : كيفية مكافحة ثاقبة الذرة الأوربية بالنباتات المعدلة وراثياً

17-5-3-3. القطن: يمكن إدخال جينات *B.t.* بإستخدام بكتريا *Agrobacterium tumifaciens*؛ كما – يمكن إتباع طريقة الإدخال المباشر فى خلايا نباتية تم إتلاف غشائها الخارجى بواسطة بعض النُظُم الإنزيمية الهاضمة، أو بواسطة التثقيب الكهربائى، الذى يسمح بفتح ثقوب دقيقة تؤدى إلى مرور المادة النووية المطلوب إدخالها. تكتسب أصناف القطن المحورة وراثياً صفة المقاومة لبعض آفات القطن الهامة – مثل – دودة ورق القطن الصغرى، دودة اللوز القرنفلية ودودة اللوز الأمريكية. ثبت – أيضاً – أن جينات *B.t.* المضافة لنباتات القطن لم تؤثر على كمية محصول القطن ولا على صفات التيلة.


المراجـــع

أولاً : المراجع العربية

أبوشبانة مصطفى عبد الرحمن (2005): مبيدات الآفات (جزءان) الدار العربية للنشر والتوزيع.

أحمد عبد الوهاب عبد الجواد: المنهج الإسلامى لعلاج تلوث البيئة - الدار العربية للنشر والتوزيع.

عماد صبرى شاكر (2009) الكيمياء الخضراء - الدار العربية للنشر والتوزيع.

زيدان هندى عبد الحميد ، محمد ابراهيم عبد المجيد (1988) الإتجاهات الحديثة فى المبيدات ومكافحة الحشرات (جزءان) الدار العربية للنشر والتوزيع.

زيدان هندى عبد الحميد (1999) انقلاب الجنس وفقد المناعة بين المبيدات والهرمونات - كانزا جروب للنشر.

زيدان هندى عبد الحميد (2000) فساد الأرض وتدمير الانسان - كانزا جروب للنشر .

زيدان هندى عبد الحميد (2000) هموم الانسان والبيئة. كانزا جروب للنشر.

وجلزوورز ف. ب (1987) هرمونات الحشرات - مترجم - أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا.

رئاسة مجلس الوزراء / جهاز شئون البيئة، تقرير لوضع البيئى فى مصر لعام 1996 ، يونيو 1997

موقع رئاسة مجلس الوزراء / مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار على الإنترنت، وصف مصر بالمعلومات

ثانياً: مراجع أجنبية:

Agnihotri,N.P., S.Walia and V.T.Gajbhiye: Green Pesticides \ Crop Protection and Safety Evaluation, science, India.

S.Ignacimuthu, S.J.S.Jayaraj(2005):Green Pesticides for Insect Pest Management, Narousa Publishing House.

S.Ignacimuthu, S.J.S.Jayaraj :Sustainable Insect Management, Narousa Publishing House.

Brown, A.W.A. (1951). Insect Control by Chemical, Wiley New York.

Champage, D. E. Isman, M. B. and Towers, G. H. N. (1989). In Insecticides of Plant Origin (eds) J. T. Arnason, B. J. R. Philogene and P. Morand). ACS Symp. Ser. 387, Amer. Chem. Soc. Washington, D. C. pp. 95-109.

Conover, M. (1991). America farm bureau, Washington D. R.

Edwards,C. A. (1970). Critical Reviews in Environmental Control. Vol.1 CRC Press, Cleveand, OH.

Elliott, M., Janes, N. F. and Potter,C. (1978) Annu. Rev.Entomol., 23: 443.

Ermel, K.; Pahlic, E. and Schmutterer, H. (1987). Proc. 3rd Int. Neem Conf. Kenya, Nairobi, GT2 Press, Germany, pp. 171-184.

Green, M. B., G. S. Hartley, and west T. F. (1985). Chemical for Crop Protection and Pest Control. Pergamon Press.

Gupta, R. and sharma, N. K. (1985). Presented in IV Nematolgy Symp. India 15 May 1985.

Gupta, R. and sharma, N. K. (1998). Indian J of Nematology 21 (1), 14: 18

Hafez, H. S.; AboEl-Ela, R. and Ragaei, M. (1987). Evaluation of adjuvants for use with *Bacillus thuringiensis* Vs. *Heliothis armigera* (Hubn), Z. ang. Ent. 103, 313-319.

Hajjar, N. P. and Hodgson, E. (1982). Biochem. Pharmacol., 31: 745 .

Hama, H., Iwata, T. and Tomizawa, C. (1979). Appl. Entomol. 2001., 14: 333.

Hassall, K. A. (1990). The Biochemistry and Uses of Pesticides, Book society, Macmillan.

Headley, J. C. (1968). Am. J, Agric. Econ. 59: 13.

Henderson, C. F. and Tilton, E. W. (1955). J.Econ.Entomol., 48: 127-161.

Heath, J. and Leahey, J. P. (1989). Pestc. Sci., 25: 375.

Hill, D. L. Shih, T. W. and Struck, R. F. (1979). Cancer Res., 39: 2528.

Holan, G. (1969). Neture (London) 221: 1025-1029.

Holloway, P. J. (1970). Pestic. Sci., 1, 156-63.

Hoyle, G. (1953). J. Exp.Biol. 30: 121.

Jacobson, M. (1988). Focus on Phytochemical Pesticides, Vol. 1. The Neem tree. CRC Press.

Kapoor, I. P., Met calf, R. L. Nystrom, R. F. and sangha, G. K. (1970). J. Agric. Fd. Chem. 18: 1145.

Karen E. Stine and Thomas M. Brown (1996). Principles of Toxicology, Lweis publishers.

Kashem, M. A; Ahmad, M. U.; Hossain, I., Khan, A. A, Aziz, A .(1994). Bangladesh J. of Plant Pathol 10 (1–2): 1– 2.

Kaur, S. and Gill, S. S. (1985). Drug Metab. Dispn. 13: 711.

Kenaga, E. E. (1972). In Environmental Toxicology of pesticides, eds F. Matsumura, G. M. Bousch and T. Misato. Academic press New York.

Kravitz, E. A., Beltz, B., Glusman, S., Goy, M., Harris-Warrich, R., Johnston, M., Livingstone, M. and Schwarz, T. (1984). Pestic. Biochem. Physio., 22: 133.

Kulkarni, A. P. and Hodgson, E. (1984). Annu. Rev-Pharmacol. Toxicol., 24: 19.

Kunerth, J. (1992). Pest Management (April), p. 28.

Klaassen C. D., Amdur M. O., Doull, J. (Eds) (1986) .Casarett and Doull,s Toxicology, The Basic Science Of Poisons, 3 rd ed. Macmillan Publishing Co., New York 974 pp.

Knowles, C. O. and Roulston, W. J. (1973). J. Econ. Entomel., 66: 1245.

Knowels C. O. and Gayen, A. K. (1983). J. Econ.Entomol., 76:410.

Knowles, C. O. and Roulston, W. J. (1972). J. Aust. Entomol. Soc., 11: 349.

Koch, R. B. (1969). J. Neurochem 16: 269–271.

Koul, O. (1988). Neem Newsletter, 5, 45-47.

Kuhr, R. J. annd Dorough, H. W. (1976). Carbamate Inseticide. Chemistry, Biochemistry and Toxicology. CRC Press, Cleveland, OH.

Lake, J. R. and Taylor, W. A. (1974). Weed Res. 14: 13-18.

Lamoureux, G. L. and Davison, K.L. (1975). Pestic. Biochem. Physiol., 5: 497.

Leow, A. C. T., Towns, K. M. and Leaver, D. D. (1979). Chem.-Biol. Interact., 27: 125.

Levi, P. E., Hollingworth, R. M. and Hodgson, E. (1988). Pestic. Biochem., Physiol., 23: 224 .

Lyr, H. (1987). In Modern selective Fungicides, ed. H. Lyr, pp. 63 and 75. Longmans. Harlow; Wiley. New York

Maitlen., J. C. and Powell, D. M. (1982). J. Agric. Fd Chem., 30: 589.

Majumder, V. and Mishra, S.D. (1993). Current Nematology . 4(1): 105–107.

Marshall, T. C. and Dorough, H. W. (1979). Pestic. Biochem. Physiol., 11: 56.

Matsumura, F. (1975). Toxicology of Insecticides. plenum press, New York.

Matsumura, F. (1980). Toxicology of insecticide, Plenum, Press. New York and London.

Matsumura, F. (1985). Toxicology of insecticide, 4Th edition, Plenum, Press. New York.

Matthews, G. A. (1985). Pesticide Application Methods. English Language Book Society / Longman.

MAFF (1985). Agricultural Chemicals Approval Scheme: Approved Products For Farmers and Growers. HMSO, London.

Maude, R. B. (1978). Seed Treatment, CIPAC Monograph 2, Ed. K. Jeffs, Chap. 9.

Mechael, H. (1986). Remote sensing and application. Jhon Wiely & Sons.

Metcalf, R. L., and Luckmann,W. H. (1982). Introduction to Insect Pest Management.2nd ed., John Wiley & Sons, New York, 577 pp.

Mikami, N., Wakabayashi, N., Yamada, H.and Miyamoto. (1985). J. Pestic. Sci., 16: 46.

Mitchell, J. W. Smale, B. C. and Metcalf, R. L. (1960). Adv. Pest Control Res. 3:359.

Nicolas Lampkin (1994). Organic farming. Farming Press.

Naude, R. B. (1978). Seed Treatment, CIPAC Monograph 2, ed. K. Jeffs, chap. 9.

Noble, A. (1985). Pestic. Sci., 16: 349.

O'Brien, R. D. (1967 b). Fed. Proc. 26: 1056.

Orr, G. L. and Hess, F. D. (1982). Plant Physiol., 69: 502.

Oros, G.and Gasztonyi, M. (1986). Rev. Plant Pathol., 66, abstract, No. 321.

Parmar. B. S. (1987). Proc. 3rd Int Neem Conf., Nairobi, Kenya. GTZ Press. Germany. pp. 55-80.

Pommer, E. H. (19984). Pestic. Sci., 15: 285.

Price Jones, D. and Edgar E.C.(1961). Outl. Agric., 3:123.

Pozogay, M.; Fast, P.; Kaplan, H. and Carcy, P. R. (1987). The effect of sunlight on the protein crystals from Bacillus thuringiensis var. Kurstaki HD-I and NDR12, J. Invertebr. Pathol., 50, 246-253.

Rasche, R. E. (1992). Pest Management (April), p.30.

Ragsdale, N. N., Hylin, J. W., Sisler, H. D. and Witt, J. M. (1991). U. S. Dept. Agric. Nati. Agricutural pesticide Impact Assesment Project, Washington, Dc. 120 pp.

Redknap, R. S. (1981). Proc. 1st. Inter. Neem Conf., Rottach-Egern, GTZ Press, Germany, pp. 205-214.

Ruzo, L. O. (1982). In Progress in Pesticide Biochemstry, Vol. 2 eds D. H. Hutson and T. R. Roberts, pp. 1-33. Wiley, New York.

Salama, H. S.; Foda, M. S. an Shara by A. (1985 a). Role of deeding stimulants in increasing the potency of *Bacillus thuringinesis* vs. *Spodoptera littoralis*. Entomol. Gener. 10(2): 111-119.

Satapathy, K. K. and Dos, N. S. (1980). Orissa Univ. of Agric Technogy C. F. Helmin-Tholegical Abst. 49 (3): 1195

Shechter, M. S., Green, N. and LaForge, F. B. (1949) .J. Am. chem .Soc. 71, 3165 .

Sloley, B. D., Bailey, B. A. and Downer, R. G. H. (1985). Pestic. Biochem. Physiol., 24: 213.

Somers, E. (1963). Meded. Landb. Hoogesch. Opzoek. Stn. Gent, 28: 580.

Stern, V. M., R. F. Smith, R. Van der Bosch, and K. S. Hagen (1959). Hilgardia, 29: 81-101.

Stevens, P. J. G., Baker, E. A. and Anderson, N. H. (1988). Pestic. Sci., 24: 31.

Stephenson, G. R., Ali, A. and Ashton, F. M. (1983). In Pesticide chemistry: Human Welfare and the Environment, Vol 3, Mode Of Action, Metabolism and Toxicology, eds S. Matsunaka, D. H. Hutson and S. D. Murph, pp. 219-24. Pergamon Oxford.

Sukul, N. C., Dos, P. K. and Das. G. C. (1974). Nematologica, 20: 181–191.

Thompson, C. M. and Fukuto., T. R. (1982). J. Agric Fd Chem., 30:282.

Thomson, W. T. (1995). Agriculture Chemicals, Book (I) Insecticides, Thomson Publications.

Thomson, W. T. (1995). Agriculture Chemicals, Book (II) Miscellaneous, Thomson Publications.

Thomson, W. T. (1997). Agriculture Chemicals, Book (III) Herbicides, Thomson Publications.

Thomson, W. T. (1997) Agriculture Chemicals, Book (IV) Fungicides, Thomson Publications.

Ware W. G. (1988). Complete Guide to Pest Control 2nd Ed., Thomson Publications.

Ware,W. G. (1994). The Pesticides book, Thomson publications P. O. Box 9335 Fresno, CA 93791.

Watts, R. R., Storherr, R. W. and Onley, JH. (1974). Bull. Environ. Contam. Toxicol., 12: 224.

Webb, R. E., Larew. H. G., Weiber, A. M. (1984). Proc 4th Ann. Industry Conf on Leaf .iners, Sarasota, Florida, pp. 118: 27.

Wilkinson, C. F. (1976). Insect Biochemistry and physiology. plenum pres, New York.

Williams, R. T. (1967). Fed. Proc. 26: 1029.

Whit, P. F. (1981). Plant Pathol., 30:36 .

Wilkinson, R. E. (1988). Pestic. Biochem. Physiol., 32: 25.

Wilkinson, C. F. (1976). Insect Biochemistry and Physiology.

Wood, E. J. and Pickering, W. R. (1984). Introducing Biochemistry. English Language Book Society / John Murray.

Food and Agriculture Organization, Fertilizer and the Future, Agriculture 21 Magazine, June 2003.

Food and Agriculture Organization, Organic Agriculture. Environment and Food Security, Rome, 2002 Power tables

United Nations Industrial Development Organization (UNIDO).

Aspelin, AL., Grube A. H., Torla R. (1992). Pesticides industry sales and usage –1990 and 1991Market Estimates. Econ. Anal. Br., Biol. & Econ. Anal. Div., Off. Pest. Prog., Environmental, Protection Agency Washington, DC 20460. pp. 37.

Carson, R. (1962). Silent Spring. Hamish Hamilton, london.

Cook, R. J. (1986). Lopez-Real & Hodges.

------------ (1988). American Journal of Alteranative Agriculture 3: 51-62.

Edwards, A. C. (1973). Persistance Pesticides in the environment. 2nd ed., pp 138. Ed. Chemical ,Rubber Co.press .

Gajic, D. and Nikocevic, G. (1973). Fragm. Herb. Jugoslav. XX111

Gert-Henri, E., Monterroso, E. (1992). Acylureas, Susceptibility of Cotton pests in central America.

Huber, D. M. and Watson, R. D. (1974). Annual Review Of Phytopathology 12: 139-165.

Klaassen, C. D., Amdur M. O. Doull J. (Eds) (1986). Casavett and Doull's Toxicology, The Basic Science Of Poisons, 3rd ed. Macmillan Publishing Co., New York, PP. 974 .

Odum, E. P. (1971). Fundamentals Of Ecology 3rd ed. W.B. Saunders Philadelphia 574 pp.

Obiefuna, J. C. (1989). Biological Agriculture and Horticulture, 6:69-72.

Rice, E. L. (1974). Allelopathy. Acadimic Press.

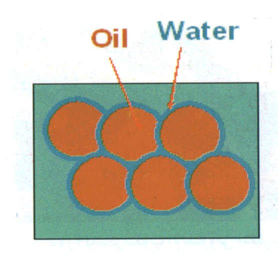
Roberts, H. A. (1982). Weed Control Handbook 7th .Blackwell Scientific Publications.

Swain, A. (1977). Annual ReviewOf Phytopathology 28: 479-501.

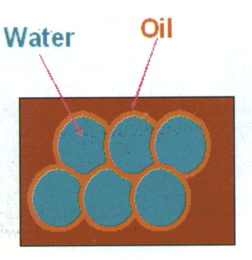
Wapshere, A. J., Delfosse, E. S. and Cullen, J. M. (1989). Crop Protection 8: 227-250.



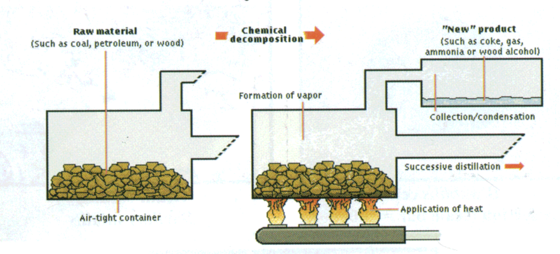
الصور الملونة



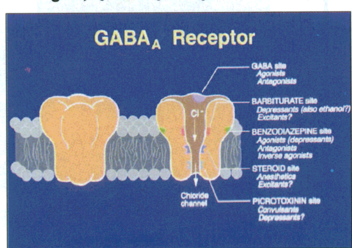
شكل (1–3) مستحلب مـــاء في الزيت مستحلب مقلوب **Envert emulsion**



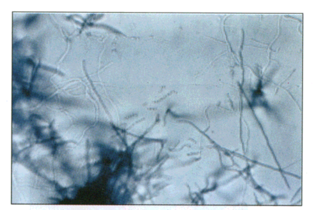
شكل (1–2) مستحلب زيت في الماء



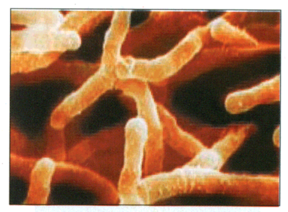
شكل (1–5): خطوات حدوث التقطير الإتلافي.



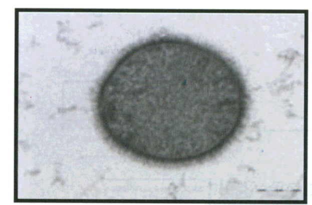
شكل (1–3): يوضح مكان فعل GABA$_A$



Streptomyces sp. slide culture.



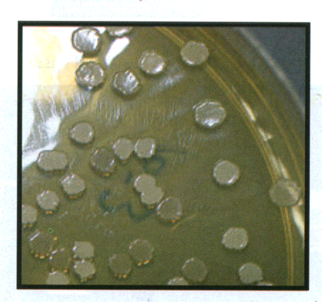
صورة بالميكرسكوب الإلكترونى لبكتريا
Actinomyces



B. subtilis cell
cross-section (scale bar = 200 nm).



Gram-stained
Bacillus subtilis



Colonies of *B. subtilis* grown
on a culture dish in a
molecular biology laboratory


يرقة أسد المن الأخضر


حشرة أسد المن


يرقة *Hippodamia*

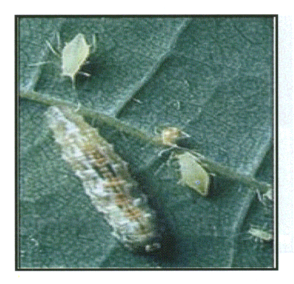

الحشرة الكاملة **Hippodamia**


يرقة ***Coccinella*** ذات 7 نقط


الحشرة الكاملة ***Coccinella*** ذات 7 نقاط



ذبابة السيرفس



يرقة ذبابة السرفس



بقة النـــتانة



طريقة تغذية بقة ***Orius***



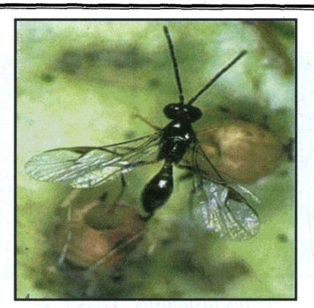
طور الحورية *Orius insidiosus*



الحشرة الكاملة ***Orius insidiosus***



حشرة النمل **Ants**



طفيل *Lysiphlebus testaceipes*



طفيل *Ttichogramma* يضع البيض داخل بيضة العائل



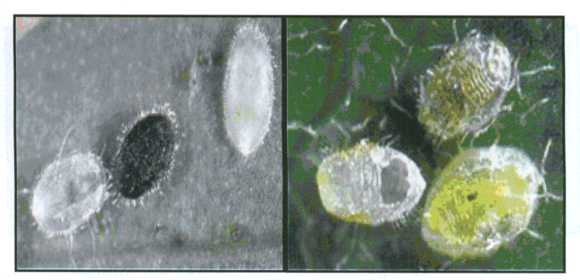
نمو وخروج طفيل *Ttichogramma* من بيضة العائل



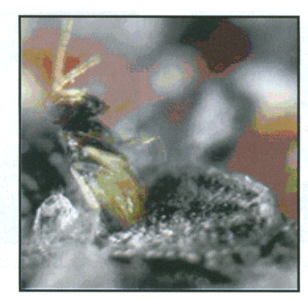
طفيل Encarsia formosa



الذبابة البيضاء (عائل)



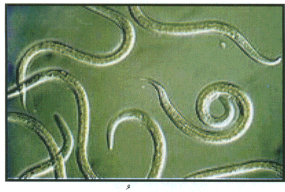
يرقات الذبابة البيضاء مُتَطفل عليها



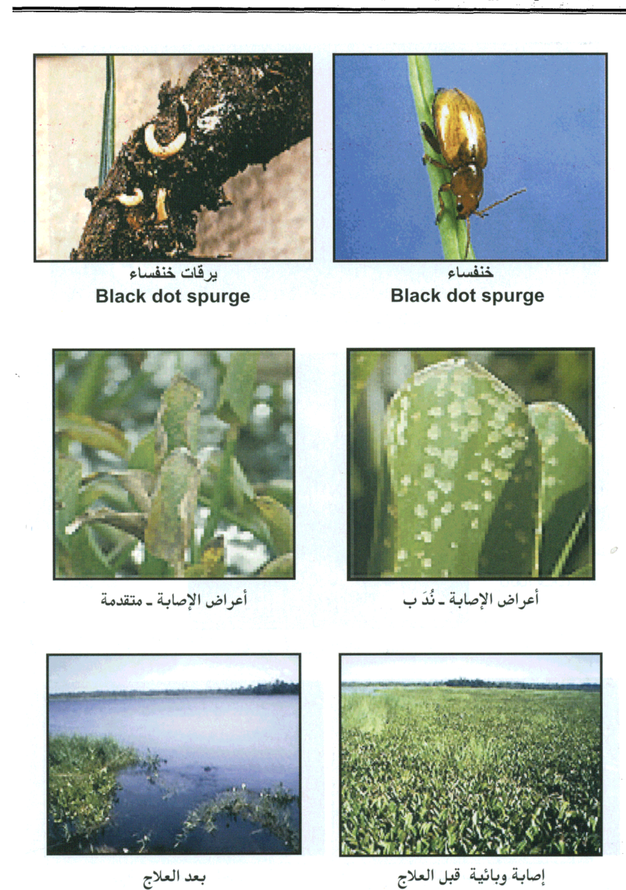
خروج الحشرة الكاملة للطفيل



يرقات خنفساء الجعل
Scarb beetle



النيماتودا المُمرضة



خنفساء
Black dot spurge

يرقات خنفساء
Black dot spurge

أعراض الإصابة ـ نُدَب

أعراض الإصابة ـ متقدمة

إصابة وبائية قبل العلاج

بعد العلاج



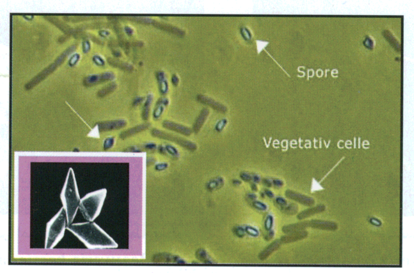
سمك عشب الشبوط



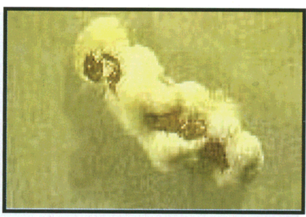
حشيشة زنبق الماء



أكاروس نبات ورد النيل



Proteincrystal



يرقة مصابة بفطر
Beauveria bassiana



أعراض إصابة الجراد بفطر
Beauveria bassiana



أعراض إصابة وموت حشرة **Cicada**
بواسطة فطر ***Beauveria bassiana***



موت حشـــــرة **Cicada**
وهى معلقة على فرع نباتى



أعراض إصابة حشرة الحنطة بفطر
Beauveria bassiana



أعراض الإصابة على الخنفساء الخضراء بفطر
Beauveria bassiana
تُعرف بإسم **Sugar icing fungus**



حشرة الجراد الصحراوى ***Desert Locusts***

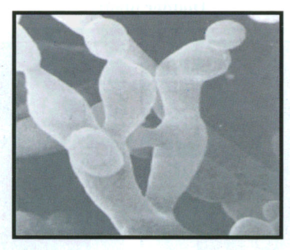
Schistocerca gregaria



جراثيم فطر

Metarhizium anisopliae

فى مستحضر الزيت نامية على كيوتيكل الجراد



هيفات فطر

Metarhizium anisopliae



fungal spores



حشيشة الجلبان

Aeschynemone virginica



Dodder plant



fungal spores



ساق حشيشة مصابة



ساق حشيشة مصابة



fungal spores



شكل (5-7): تأثير فطر ***Alternaria destruens*** على نباتات الحامول **Dodder** المتطفلة على أشجار الموالح



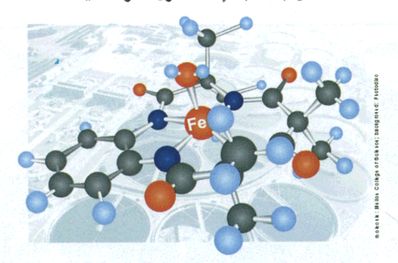
فطر ***Alternaria cassiae***



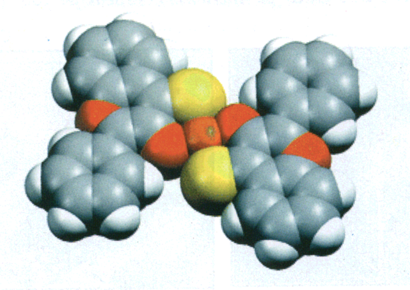
Sicklepod حشيشة



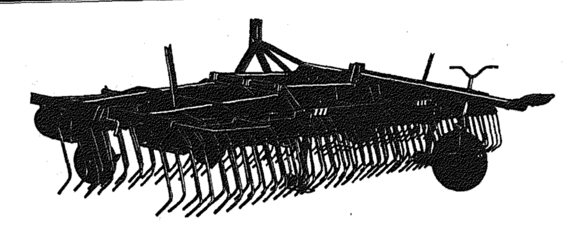
شكل (2-6): إحدى طرق نشر المصايد.



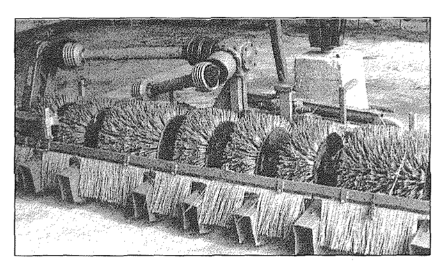
مركب Fe-TAML (tetra-Amino Macrocyclic)



مركب Hydroxyflavoththions.



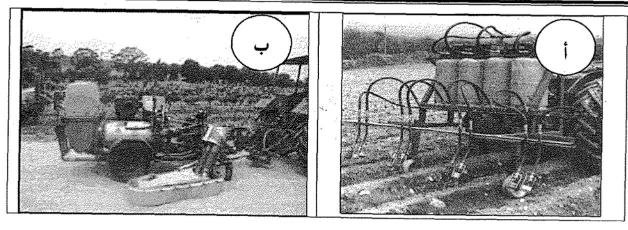
شكل (16 ـ 1): زحافة زنبركية Rabewerk Hackstriegel.



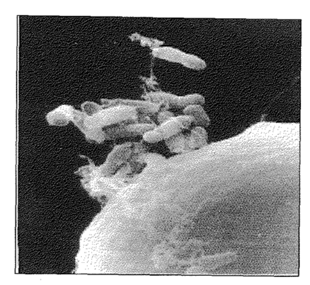
شكل (16-2): فرشاة الحشائش.



شكل (16-3): حارقة الحشائش اليدوية.



شكل (4-16): حارقات الحشائش المجرورة أ – تعمل بالغاز، ب – تعمل بالوقود السائل.



شكل (2-17): خلايا بكتـــــريا
Agrobacterium tumifaciens

كتب الدار العربية للنشر والتوزيع

المرشد في مكافحة الأفات	زيدان هندي
الأدارة المتكاملة في مكافحة الأعشاب	زيدان هندي
مقاومة الأفات لفعل المبيدات	زيدان هندي
إدارة التعامل مع التسمم بالمبيدات	زيدان هندي
الأمان النسبي للمبيدات	زيدان هندي
مبيدات الآفات ج١	د. أبوشبانة مصطفى
مبيدات الآفات ج٢	د. أبوشبانة مصطفى
مبادئ علم بيئة الحشرات	د. محمد محمد الشاذلى
الحرير الطبيعى	د. إبراهيم سليمان
آفات الحديقة والمنزل	د. توفيق مصطفى
الحشرات التركيب والوظيفة ج١ ط٣	تشابمان
الحشرات التركيب والوظيفة ج٢ ط٣	تشابمان
الاتجاهات الحديثة فى المبيدات الحشرية ج١ ط٢	د. زيدان هندى
الاتجاهات الحديثة فى المبيدات الحشرية ج٢ ط٢	د. زيدان هندى
آفات المخازن الحشرية والحيوانية وطرق مكافحتها	د. إبراهيم سليمان
المكافحة الحيوية (الجزء الأول)	محمد أبومرداس
المكافحة الحيوية (الجزء الثانى)	عصمت محمد حجا[illegible]
مقدمة فى السيطرة على الآفات الحشرية	روبرت ميتكاف
أساسيات مكافحة الآفات الحشرية	د. محمد أبو مرداس
المبيدات الخضراء والمكافحة الآمنة للآفات ج١	د. أبوشبانة مصطفى

للدار إصدارات أخرى في مجالات علوم التربة والأراضي والحشرات والميكروبيولوجي والوراثة وعلوم وتكنولوجيا الأغذية والعلوم الهندسية والعلوم البيئية والعلوم البحتة وغيرها.